東京帝國大學
地震研究所彙報

第 一 號

大正十五年十月發行

目 次

報 告 頁

鐵筋コンクリート造平屋ノ振動測定 逆振子微動計ノ考案 …… 所員 石本巳四雄 … 1

地震觀測整備ノ一斑 …… 所員 今村明恒 … 7

壁體ノ耐火試驗第一回報告 …… 所員 內田祥三 … 27

脈動ニ就テ …… 中央氣象臺技師 和達清夫 … 55

地震波分解器及其記錄 …… 所員 末廣恭二 … 59

雜 錄

關東震災地一帶ニ於ケル土地ノ隆起及沈下狀態(轉載) … 陸地測量部 … 65

所 報 …… 69

BULLETIN OF

THE EARTHQUAKE RESEARCH INSTITUTE

TOKYO IMPERIAL UNIVERSITY

August, 1926. Vol. I.

Contents.

Papers contributed: Page

Vibration d'un bâtiment de ciment sans étage. Construction d'un nouveau micro-sismographe. …, M. Ishimoto. … 1

Note on Seismometrical Improvements …… A. Imamura. … 7

Preliminary Report on Fire Test of Building Partition. Y. Uchida. …… 27

On the Pulsatory Oscillations in Tokyo …… K. Wadachi. … 55

A Seismic Wave Analyser and some Records obtained therewith. …… K. Suyehiro. … 59

Miscellanies:

The Change of Elevation of Land caused by the Great Earthquake of September 1st. 1923 (Reproduction). Land Survey Department. … 65

Institute Notes …… 69

(Unless otherwise mentioned, all papers are written in Japanese with abstracts in Europen language.)

本彙報ハ不定期ニ發行ス.

報告ハ歐譯シテ學術研究會議輯報又ハ其他ヘ掲載スル事アルベシ.

本彙報掲載ノ報告ニ關シテハ著者ノミニ其責任アルモノトス.

本彙報ニ關スル照會通信ハ東京帝國大學地震研究所長ヘ宛テラレタシ.

The bulletin is published at irregular intervals.

Some of the papers will be published in the Journal of the National Research Council or elsewhere, in full translations into one of occidental languages.

The authors of the papers alone are responsible for the statements and opinions.

All communications relating to this bulletin should be addressed to the Director of the Earthquake Research Institute, Tokyo Imperial University.

東京帝國大學
地震研究所彙報
第 壹 號

逆振子微動計の考案

所員 石本巳四雄

Construction d'un nouveau micro-sismographe.

par **Mishio ISHIMOTO**

Un micro-sismographe du type du pendule inversé est construit dans les conditions suivantes :

1. Période naturelle d'environ 2 secondes.
2. Rapport de magnification de moins de 1000.
3. Comme moyen d'enresistrement, on peut employer l'appareil photographique, mais il faut l'arranger de manière à servir même dans la clarté.
4. Comme on utiliese cet appareil pour mesurer des vibrations de bâtiment ou du sol, il est necessaire qu'il soit facile à transporter et à réguler.

J'ai employé le pendule inversé qui se trouve représenté dans la figure ci-jointe, supporté par un ressort d'acier (r) que compense un poids (p) de 3 kilogrammes.

La période (T) de ce système sera donnée dans quelques conditions simplifiées

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mL}{\frac{Ea^3b}{6l^2} - mg}}$$

où m ....Masse du poids.
E ....Module de Young du ressort.
a ....épaisseur du ressort.
b ....largeur ,, ,,
l ....longeur ,, ,,
L ....hauteur du centre de gravité du poids.

Le rapport de magnification sera déterminé par la distance (D) entre la pellicule de l'appareil photographique et le petit miroir attaché à la tige tournante. (t)

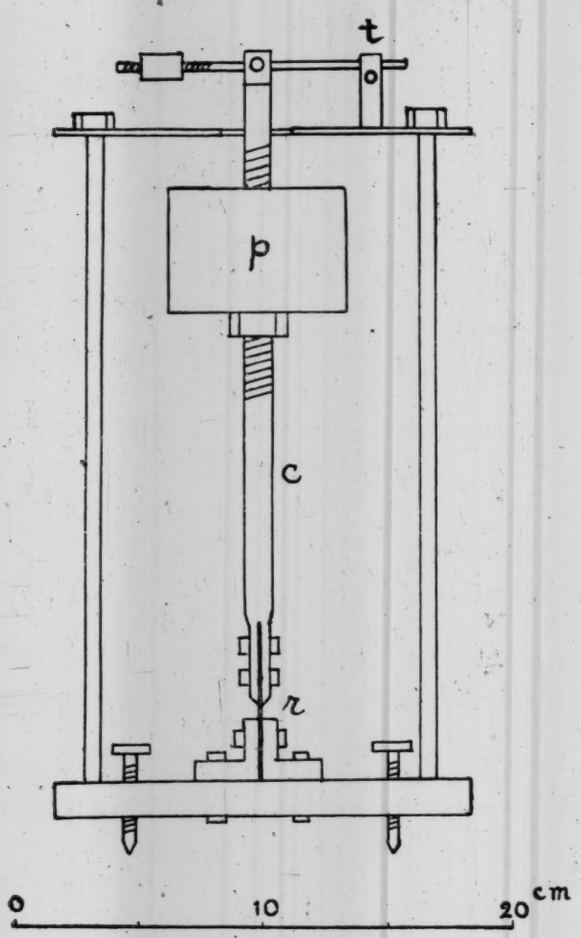
$$\text{Rapport de magnification} = \frac{4D}{d}$$

où d est le diamètre de la tige.

En utilisant ce micro-sismographe pour l'enresistrement des vibrations, j'ai eu des bons resultats.

微動を測定する目的で種々の條件に適合する器械を探索して居たが、その條件を擧げて見ると

1. 微動計の固有周期は約二秒あること。
2. 倍率は少くとも一千倍以上あること。
3. 記錄の方法は寫眞に據つても差支へないが晝間屋外にても記錄出來るもの。
4. 建築物又は土地の微動を測定する目的上、成るべく簡單に持ち運びの出來ること、及び整正が容易であるもの。



斯様な條件を滿足するものは先頃製作した水銀柱微動計であるが、この器械の缺點は持ち運びに稍々不便であるのと、据付けてからの整正に骨の折れる事等であつた。その後逆振子を應用した微動計を製作したのでこの構造等を報告する次第である。

圖に示してある如く、三キログラム程の鉛の錘（p）が柱 C によつて支へられ、C の下部には適當に彈性を持つ鋼鐵の薄板 r が用ひてあるから、この彈性によつて戻す力と p の傾いて起る力との差が周期 T を決定するものとなり

$$T=2\pi\sqrt{\frac{I}{\frac{E}{6}\frac{a^3bL}{l^2}-mgL}}$$

この中　m ... 鉛錘の質量

I ....逆振子の慣性能率

E ....鋼鐵板のヤング率

a ....鋼鐵板の厚さ

b ....鋼鐵板の幅

l ....鋼鐵板の長さ

L ....逆振子の重心の高さ

なほ逆振子を單振子と考へる時には

$$T=2\pi\sqrt{\frac{mL}{\frac{E}{6}\frac{a^3b}{l^2}-mg}}$$

となり。$\frac{E}{6}\frac{a^3b}{l^2}-mg>0$ の場合には安定となる。

周期は l, L の變化によつて增大されるのであるが、實際製作した器械（C 柱の長さ二十六センチ）に於ては、三秒以上にすることは困難である。然るに我々の目的には二秒程度で充分であるから、この程度にして使用して居る。鋼鐵板を用ひた理由は、測定せんとする微動の振幅が一ミクロン程度であるため knife edge 或ひはこれに類した支持方法は絕對不可であるからである。

倍率に就いては四本の鐵棒で支へられた金屬板と、この振子との相互變位を擴大するのであるが、これは回轉軸 t の回轉に變ぜられ、この上に附せられた小鏡により、寫眞裝置にて記錄されるのである。倍率は

$$倍率=\frac{4D}{d}$$

この中にて　D ....小鏡と寫眞フヰルムとの距離

d ....回轉軸 R の直徑

倍率はこの式によりて決定されるものであるが、d を一ミリ、D を一米とする時には、四千倍のものを得る計算となる。 自己振動を減衰せしめる裝置としては、現今油を用ひて試驗して居るが、やがては磁氣によるものに改める計畫である。この微動計と水銀柱微動計と水銀柱微動計とを比較した結果は、周期、振幅が小さい場合にも逆振子の方が明瞭に記錄すると云ふ事が明白となつた。

コンクリート造平家の振動測定

所員 石 本 巳 四 雄

Vibration d'un bâtiment de ciment sans étage.

par **Mishio ISHIMOTO**

Pour avoir la période de vibration d'un bâtiment de ciment sans étage, j'ai employé trois *U*-tube micro-sismographes qui ont les éléments suivants :

Période	1,19 sec.
Rapport de magnification	2500
Coefficient d'amortissement	0,35

J'ai mis un de ces micro-sismographes sur le sol près du bâtiment à examiner, le deuxième sur le plancher et le dernier sur le toit. Touts les trois ont été mis en action en même temps pour obtenir les enresistrements photographiques avec lesquels on détermine le genre de vibrations.

A l'enresistrement sur le sol, j'ai trouvé plusieurs périodes : 0,69 0,40 0,24 sec. et surtout la période de 0,1 sec. qui prédominait dedans. Quand on observe les enresistrements sur le plancher et sur se toit, on trouve que presque toutes les ondes sont assez régulières pour qu'on ne compte que la période de 0,22 sec. Entre les deux enregistrements, il n'y aucune différence ni quant à l'amplitude, ni quant à la phase. Donc ce genre de vibration correspond à cellui d'un corps rigide vibrant sur matière élastique. Deplus, il y a peu d'ondes qui ne concordent pas dans les deux enresistrements que je propose comme la vibration d'origine élastique du bâtiment et la période trouvée est de 0,12 sec.

此れは本郷區上富士前町に在る、三菱造船株式會社研究所の冶金新館の振動を測定した報告であるが、この建物はコンクリート造平家で、次の大さを持つて居る。

間口	10.6 米
奥行	9.1 米
地面から屋根迄の高さ	4.9 米

この建物の振動を測定する爲めに用ひた水銀柱微動計は

周期	1.19 秒
倍率	約 2500 倍
減衰度	一振動毎に振幅は 0.35 に減ず

であつて、設置方法は三臺の微動計の中、一臺は地面に、一臺は床に、一臺は屋上に、何れも間口と直角の方向の振動を記錄する様に置いた。記錄の方法は寫眞裝置を用ひ、時刻を各〻に記錄する必要上、各々の光源(豆電球)をメトロノームによつて自働的に明滅せしめた外、別に鍵を具へて任意の時刻を入れ、比較する時の便に供した。フイルムを巻き付ける圓筒は三十秒で一回轉し、1 秒が 1.3 cm して記錄されるため、十分の一秒以上の誤差は生じない。

地面に置いた微動計の記錄は可成り不規則で、種々の周期を持つ波、例へば 0.69, 0.40, 0.24 秒のものが現はれて居るが、殊に 0.1 秒の周期の波が全體に亘つて存在して居るのが著しい。全振幅は記錄上周期の大なもので 8 mm, 0.1 秒の周期をもつものが 2–3 mm 程度のものである。

床上、屋上に置いた微動計の記錄は、地面に於ける様な不規則はなく、短周期のもの、長周期のものはすべて消滅して、比較的規則正しい曲線となつて居る。この二つの記錄を比較して見ると、全く重なり合ふ程度に各々の波が一致して居り、その間に位相の差は認められないからこれは上下とも同じ運動をして居ると推定出來、從つてこの運動は家が剛體となつて水平振動をするものと考へられる。なほこの運動は純粹の水平振動であるか、或は傾斜を加味した振動であるかは未だ決定的に云ふ事は出來ないが、何れ適當な實驗を待つて、この問題を報告する機會があろうと考へて居る。 この剛體となつて家が振動する周期は平均値 0.22 秒が得られて居るが、これは地面の振動により誘引された振動であつて、大體この周期のみが現はれて居ると云ふ事から察すれば、これが剛體としての振動の自由振動周期と見做して差支なく、なほ土地の振動とこの振動との間に多少の關係があろうと豫期されるのであるが、大體は地面の振動に從つて振動を續けるのみで特別の關係は結局見出す事は出來ない。これは恰も船が波濤によつて動搖されて居る場合と等しく、周期の異つた波が次々に來る時は、船はそれ自身の周期で動搖すると云ふ事實の如く、建物の場合にも外より來る波に判然たる周期の無い時には、如此自由振動の周期で絶えず動搖を續けて居ると考へられる。

三階建のものに就いても、この現象が明かに認め得られるのであるが、（表を見よ）この數が何を表はすものであるかは未だ明らかでない。但し土地の性質、建物の大いさ、土地と建物との相互關係等に據るものであろうと想像される。

次にこれらの記錄をなほ精細に檢査する時は極めて少さな振幅ではあるが屋上にのみ存するもの、或ひは屋上のものが數倍の振幅をもつものが發見される。これは屋上と床上とに異つた水平動をなすもので、建物の彈性に因る振動であるとも、或ひは建物が一つの軸をもつた回轉振動であるとも見られる。得られた記錄から、この二つの運動の何れかを決定するには、なほ一層精密な實驗を必要とするものであつて、今の所速斷は許されないが、これ迄の實驗及び理論的の考察によれば彈性に因る振動と見做し得る事實が多いので、これを彈性振動であると推定した次第である。而してこの實驗から得た彈性振動周期は 0.12 秒を得て居るが、稍〻大に失する嫌が無いでもない。これを他のコンクリート建の彈性周期と比較して見るのに、高さの低いものは周期が小であるのは當然であるが、若しこれが末廣所長の云はれる shear により振動とするならば、その周期は高さに比例すべきであるのに、この値がこの低い建物に當て嵌らぬと云ふのは、低い建物として强さを增す材料を用ひる必要なく、柱も多少細く、壁も薄いと云ふ原因によるのでは無かろうか。

第　一　表

	階　數	地面より屋根迄	剛體としての振動周期	彈性振動の周期
三菱研究所本館	三層（但し下層は地下室）	10 米	0.34 *s*	0.16 *s*
航空研究所物理館	二　層	11 米	0.47 *s*	0.17 *s*
三菱研究所冶金館	一　層	4.9 米	0.22 *s*	0.12 *s*

地震計測整備の一斑

所員 今村明恒

Note on our Seismometrical Improvements.

By **Akitsune IMAMURA**
The Earthquake Research Institute

第一章 緒　説 (I. Introduction)

從來地震學教室或は震災豫防調査會に於て考案し、又使用して來た地震計の中には色々の缺點を有し、整備を要するものがありますが、第一に此等の器械が檢査器によりて其正否を吟味されたことがないのが、一つの缺點であります。此點については石本所員の御盡力を煩はし、地震計檢査器を備附けて貰ひたいと思つて居ます。

地震計測の整頓は從來使用し來つたものに對するものと、今後の新案に關するものとあります。今其要點を略述致します。(Remarks for installation.)

(一) 大森式地動計　1. Omori H. P. Seismograph 遠地々震觀測用には自己振動の週期を五十秒以上とすること。若し三十秒程度に止むるならば必ず制動器を附けること。傾斜觀測用としては複式（フオーク形）描針を用ひざること。

(二) 二倍地震計　2. Strong motion Seismograph 今村式のものならば自己振動を水平動に於て十秒內外、上下動に於て五秒程度になすのは容易でありますが、斯くしてこそ此地震計が二三百里以內に起つた大地震或は强震を驗測するに有效でありませう。それに教室では油の制動器を附けて居りますが、若し自己振動の週期を前記したものよりも小さくするならば、更に强力な制動器を附ける必要があります。

(三) 大森式簡單微動計　3. Omori portable tromometer (第二に於て詳述致します。)

(四) 長週期地震計　4. H. P. of extraordinary long period 自己振動の週期三分程のものが欲しいので、既に其考案を有つて居るのでありますが、費用がな

い爲に其儘にいたしてありました。當研究所に對して其費用が請求致してあります。

（五）高度の倍率を有する微動計　5. Tromometer of extraordinary high magnification（前に同じ。）

（六）傾斜地動と直線的地動との區別計測　6. Observation of tilting motion（第三に於て詳述致します。）

（七）大震計　7. Seismograph registaring destructive earthquake. 先般の關東大地震は實動を畫く强震計も指針が外れた位でありますが、これは自己振動の週期が四秒しかないのに制動器の裝置もなく、且つ十糎以上の大さの振動は記錄紙に收まらない爲めに斯くなつた次第であります。それで取敢ず倍率二分の一、自己振動の週期、水平動は十二秒上下動は五秒で、且つ三十五糎以內の水平動が記錄し得られる大震計を据附けました。これには尙ほ改良の餘地がありますが一時の目的には間に合ふ積りであります。此器械が傾斜動の區別に便利なることは第三章に於て述べることに致します。

第二章　簡單微動計（**II. Portable tromometer.**）

從來の大森式簡單微動計は廣く各測候所でも使用せられて居り、又我々も大震災以來市內各地の觀測點、或は大磯、八王子、鎌倉等に於ても使用致しましたが、近地微震觀測用としては種々の缺點を備へて居ますので、之を改良することは急務であると心得、先づ之に著手した次第であります。

次に大森式簡單微動計の缺點 Defects of Omori tromometer を擧げて見ます。

（一）複式描針　1. Compound writing index 大森式簡單微動計の倍率は二個の橫杆の有する倍率の乘積として得られる樣になつて居ます。最初の橫杆は水平振子の重錘を支へる鐵製の枠に附着し、第二の橫杆は輕き描針自身であります。さうして短處は此等の二橫杆の繼目の處と第二橫杆の心棒とにあります。又繼目の短處を分解すると、第二橫杆の短き臂に相當するフォークの兩股と第一橫杆の一先端（自由運動の出來る）に挿入してある廻轉軸との間の緩みであります。即ち兩者の間を全く間隙がない樣にすれば動かなくなり、隨つて此處に輕微なすきを認めなければならぬことになりますが、此輕微なるべきすきが第二橫杆によりて擴大されて現はれますから、隨つて此器械は右の點だけでも或る範圍內の微動を記錄しないことにもなります。其上二個の軸が自由に廻轉し得る爲めに上端の押さ

へを心持ち緩くしなければなりませぬが、此二個處の緩みの殆んど大部分が又々第二槓杆に擴大して描かれます。其結果、良く据附けられた器械でも一粍の百分の一程度よりも微小な地動は殆んど記錄し得ないことになりまして、微震の場合の初期微動は正しく觀測し得られないことが通常であります。（第二圖C Fig. 2, C 參照）

（二）自己振動の週期の短きこと　2. Shortness of free vibration period. 熟練した職工の手に掛りますと四秒程の週期が出ますが、通常は三秒內外しか出ません、されば地動の週期一秒以內のものに對しては、實動の計算も面倒ではありませんが、其以上の緩き地動に對しては、强力な制動器を附けざる限り、實動の計算は殆んど無意味になります。中村博士は强力な電磁制動器を附ける爲めに、振子の枠を眞鍮製にせられました。

（三）記象紙の運轉遲きこと　3. Slowness of driving rate of record-receiver. 記象紙は一分時間に凡そ二粍半進行することになつて居ますが、此程度では〇•二秒程度よりも短き週期の波動を記錄するに不適當であります。

以上の諸短處を緩和する爲めに、今度「十四年式簡單微動計」Portable tromometer of the 25 th year type overcomes the above mentioned defects. なるものを製作し、之を微震觀測、構造物の振動驗測等に使用致して見ましたが、概して好結果を與へる樣であります。Available for the observations of small earthquakes, especially the directions of their initial movements, vibration of structures, &c. 次に其構造の概略と使用上の結果の數例とを述べることに致します。

第一圖上部は此器械の側面圖であつて、同下部は其平面圖であります。尙ほ中間右方に描針の繼目の詳圖が插入してあります。大體の構造は此等の圖によりて諒解して貰へることと思ひます。之を大森式に比べまして、重錘の目方は凡て半分になつて居ます。隨つて器械の倍率の最大限を五十倍 max. limit of the index magnification＝50 即ち大森式の半分にせざるを得なかつたのでありますが、これは振子の自己振動週期を延ばす爲めにも、又振子の廻轉軸を形作る上下二支點（尖りたる螺旋の先端）のつぶれ方を避け或は少くするにも、止むを得ない犧牲であります。其代りに非常に微小な地動をも能く記錄いたしますから、記象紙を擴大鏡によりて引延ばすことによりて、此缺點は十分に償はれます。後に十五倍に擴大した記象即ち實際の地動を七百五十倍に擴大したものを例示したいと思ひます

がそれでも大森式百倍の記象に比して地動が寧ろ細かに表はされて居ることが氣附かれるでありませう。(第二圖 D E 參照 Fig. 2, D-E. Actual register magnified 15 times)

振子の枠構が特種な形をして居るのは、支軸 AA' に關する衝撃の中心を重錘の支軸 BB' 上にあらしめたいこと、振子の廻轉軸をなして居る二支點 AA' に於ける壓力が上下に均等に分配されたい爲めとに由るのであります。猶ほ電磁制動器が自由に附け得られる樣、用材は複式横杆の繼手の部分を除き、太體鐵が使用してありませぬ。但し器械を實際に使用して見た結果、描針端に對する記象紙油煙の摩擦は省略すべき程微小であり、又自己振動に於ける一つの振幅と次の振幅との比が二•○ damping ratio=2.0 に達する程でありますから(此時自己振動の週期は八秒、) 四五百粁以内の微震觀測には、制動器を附けなくとも間に合ふ樣に思はれます。

次に前に記した大森式簡單微動計に於ける三個の短所に對し、今回のものに加へられた改良要點を述べます。 Points of improvement.

(一) 複式描針の構造 Compound writing index 勿體づける樣で濟みませんが、此器械の改良の要點は複式描針(寧ろ複式横杆)の繼手の部分でありまして、これは長い間苦心して考案した結果であります。第一圖にあります通り、第一次横杆 ABC の第二次横杆 CDE に對する接觸が磁力に據つてなされるのであります。即ち描針の短臂の股 F は軟鐵で作られ、之に接觸する第一次横杆の自由先端(即ら細長き棒 $C'C''$) は磁針であります。次に此磁針と、描針の廻轉軸 $D'D''$ とは、其長さが夫々 10 糎 11 糎にしてありますが、描針の臂は但れも下端から5粍の位置を通過し或は接觸する樣にしてあります。斯くして大森式簡單微動計に含まれて居る第一の缺點たる二横杆接觸部の緩みが除かれ、其上に、廻轉棒の上端に與ふべき僅かの緩みが描針にはそれの二十分の一しか傳へられないことになり、前に記した地動計の第一の短所が略ぼ除かれることになりました。(序に申述べますが、此裝置は大森式地動計にも有效に應用し得られます。さうして此複式描針の改作だけに凡そ八十圓を要します。)

(二) 自己振動の週期 2. Free vibration period 地震計の臺の傾斜を細かに刻まれる樣にしたこと、水平振子の寸法を伸ばしたことによりて、自己振動の週期を八秒程にすることは容易であります。先づ七秒未滿にては觀側しないことに

第一圖 Fig. 1.

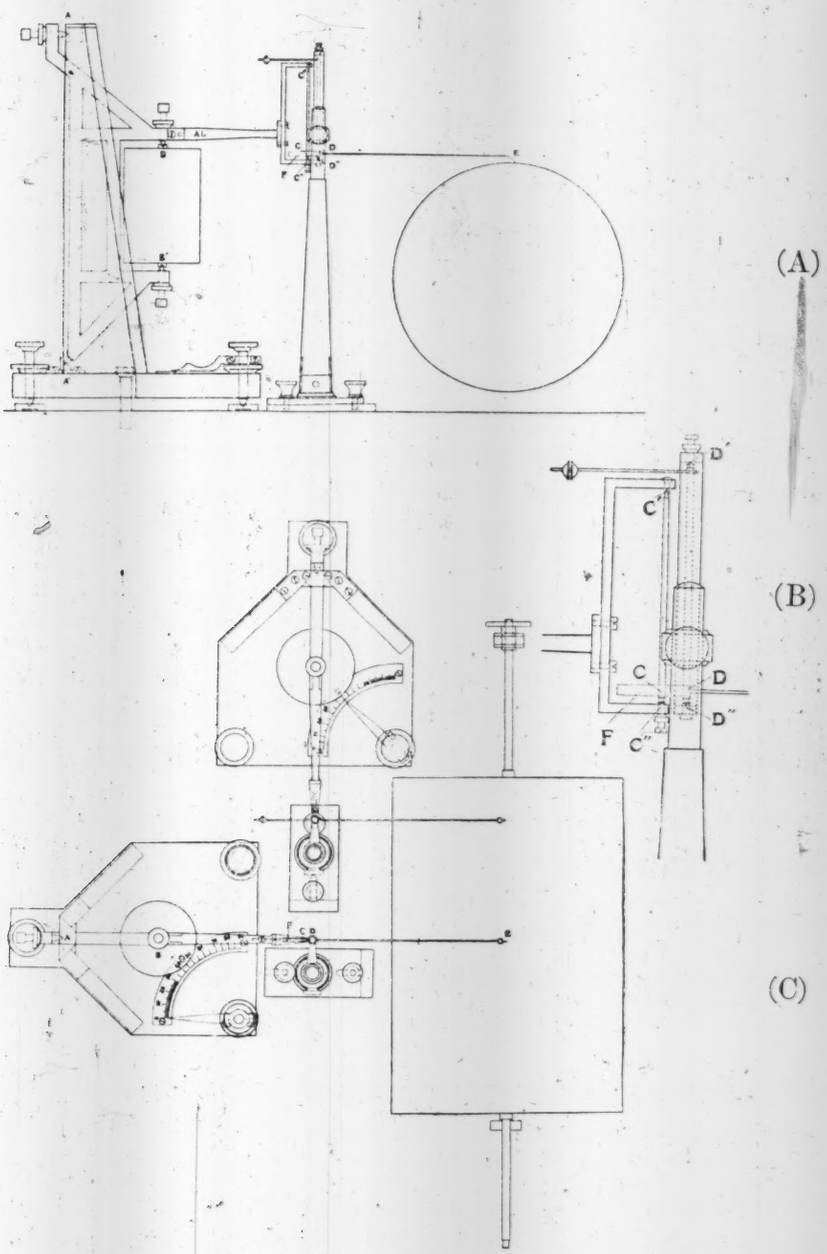


Fig. 1 shows the elevation (*A*) and plan (*C*) of the new portable tromometer (the 25th year type) in 1/11.5 size. *B* shows the joint between the primary (*ABC*) and secondary (*FDE*) levers of the writing index in 1/4 size. *CC'* is made of magnetized steel and *FD* of soft iron. (Net price=800 *yen*. Electro-magnetic damper applicable.)

したいと思ひます。(Free vibration pariod =8 sec.)

(三) 記象紙の運轉　3. Driving rate of the record-receiver　一分時間につき六糎内外 About 6 cm. per min. が通例であります。

右の外、二個の振子の描針先端を、晝時針と共に一分毎に同時に吸上げる様にしてありますから minute signals given simultaneously to both components-(see fig. 2, A_1, t_1, t_2) 極微震の初動の方向を求めるには極めて便利であります。此點については教室にある三百倍微動計以上の働きを爲し得ることもあります。尙ほ本器の正否は絶對的に之を檢査することの出來ない代りに大森式微動計ウイーヘルト地震計等との比較は致して見ました。

本裝置が一ミクロン程の微動をも能く記錄し得ることは次の例證によることゝし、左に二種類の簡單微動計の比較を致して見ます。

常數の比較表　Comparison of instrumental constants.

簡單微動計 Tromometer		大森式 Omor i type	十四年式 25th year type
倍率の最大限 V_0		100	50
重錘の目方(瓩にて) wt. of the heavy bob (in kg.)		15	7.5
自己振動の週期(秒にて) Free vibration period (in sec.)		4	8
記錄し得べき地動(粍にて) Registerable ranges (in mm.)	最大限 max: lt.	0.5	1.0
	最小限 mim. lt	0.01	0.001
記紙の速さ Driving rate of the record-receiver. (mm./min.)		25	60

(序に加へて置きたきは十四年式の製作は八百圓を要したこと、十四年式に附ける上下動地震計につき新案のあることです。)

左に本器械應用の數例を述べることに致します。

(甲) 各種地震の觀測の例　A. Observations of earthquakes　第二圖は遠近各地に起つた地震記象の數例を示したものであります。猶ほ極微震の觀測も可なり有效であることを示す爲めに、記象原紙を十五倍に引伸ばしたものと、比較の爲めに大森式によれる極微動の觀測の結果が添へてあります。

本器は鎌倉、淸澄にも据附けてありますが、觀測の結果を述べることは他日に

譲り、此處には鎌倉若しくは其處より數里を越えざる距離に震央を有する地震記象の一例を添へて置きます。清澄に於ても斯うした局部地震が屢〻觀測せられます。

（乙）地面の人爲的地動　B. Artificial disturbance due to traffic.　東京の市街地に於ては、貨車、電車等の交通機關によりて起される人爲的微動が絶えず現出し、唯僅に夜中以後曉までの間に於て少しく鎭まるのみであります。されば市內に於ては微動觀測は殆んど不可能でありますが、此地動につき、市內と郊外とを比較する爲め、同型の十四年式簡單微動計三個を本年二月中、一は本鄕地震學教室內に、他の一は駒場農學部獸醫學教室の一室內に、殘りの一は三鷹村天文臺の一室內に据附けて比較觀測を行つて見ました。第三圖 EFG Fig. 3, E-G は原記象紙を更に十五倍に擴大複寫したものですから、實動の七百五十倍を示すことになります。さうして甲組は日中最も地動の著しき場合を示し、乙組は夜半後最も靜かな場合を示したものであります。其結果、駒場は本鄕に比して、人爲的地動稍〻輕く、凡そ三分の一の程度たることを示しますが、其微動觀測に不適當な土地であることは本鄕に比して太した相違はありません、然るに三鷹村は此種地動が概して小さく、凡そ本鄕の十分の一程度でありますが、且つ現出の時期が短く、假令長く續いても二十分時間位のもので、日中でも全く鎭靜して居る期間の方が長いのです、隨つて三鷹村だけは一萬倍以內の倍率の地震計を用ひて微動觀測をなすには適當であらうと考へます。但し脈動は何れの場處にも殆んど同樣に現出しますから遠方地震の觀測には何れも不適當であります。（此機會を利用して、東京天文臺並に獸醫學教室の本觀測に對する御援助につき謝意を表したいと思ひます。）

（丙）鎌倉に於ける第三紀層と沖積層地盤との震動比較　C. Comparative observations at the alluvial and the tertiary grounds in Kamakura. 曩に震災豫防調査會では、由比濱と雪の下第三紀層地盤との震動比較を行ひ、其結果は既に報告せられたのでありますが、器械が不十分であつた爲めに、多少の疑問を殘して居ます。それで唯今十四年式を使用して同樣の觀測を繼續して居りますが、次の機會に其結果を報告したいと思ひます。次項に於て了解せられる通り、大森式では地震の主要部の第一波だけしか、比較が出來ませんでしたが、十四年式では、兩所に於ける地震動の全部が大抵比較し得られる長所を有つて居ますから、短時日

共に似た様な大さであり、寧ろ貴族院地上が幾分大きく現はれます。畢竟大地震の場合の様な主要動の週期一秒以上の地動に對しては、同一の震度と見做して宜しいでせうが、然しながら、近距離の微弱震の場合には、貴族院地上では衆議院地上に比較して震度一割乃至二割程輕いものと見なければなりませぬ、此事は本構造體の振動の比較につき大切な根柢をなすものであります。尚ほ右の驗測には表はされて居ませんが、記象の上に於ては三ケ所に著しき相違が表はれて居ます。即ち事務所前庭に於ては〇•二秒乃至〇•四秒程度の急な微動が著しく現はれ、これと僅に七十米を隔たれる衆議院地上はそれが幾分小さく、然し大體に於て似て居るに拘らず、二百十米を隔たれる貴族院地上の震動は此小刻みの波動が殆んど見えない位に小さくなります。斯様な事は從來餘り知られてなかつたので、將來研究を要する一問題でありませう。

次に構造體の震動驗測に移りますが、觀測中の工程は第三圖に示された通り、貴衆兩部の骨組の各〻に少許の桁構が向ひ合つて延びて居ます。柱の全高二二•七米 Total height of the frame work＝22.7 m 地下室高さ四•九米、地上室高さ四•八米、二階高さ五•八米三階高さ七•一米が之に組まれ其上に僅か許りの四階が乘るのであります。地震計の一は衆議院議場の直下たる地下室の土臺上に置かれ殘りの二つを貴衆兩院の各議場を瞰下する三階（一般傍聽席）に於て相對應する位置に据附けました。つまり第一器械の示す震動を基準として、三階の震動を之に比較して見やうといふのであります。

器械を据附けて見ると第一に驚いたことは各構造體が絶えず自己振動をして居ることです。Each frame work is in restless vibration of the period 0.66 sec. 其實際の振幅は一粍の五十分の一内外、即ち記象の上で平均一粍内外の大さに現はれて來るのですが（第三圖 Fig. 3, A, B）其週期は略ぼ一定であつて次の様な結果を示しました。

構造體の自己振動週期 (Free vibration period of the structures)

RS　EW : 0.64–0.68 sec.,　　NS : 0.63–0.68 sec.

PS　EW : 0.63–0.67 sec.,　　NS : 0.65–0.67 sec.

Total average 0.66 sec.

衆議院地上の器械にも微小ながら同週期の地動が絶えず現はれて居ります。これにて直ぐ想像せられることは、これと等しきか或は相近き週期の地動が到着し

たときに、各構造體が共鳴の現象を起して著しく振ひ出しさうな事です。The phenomena of resonance whenever the periods of the earth-movements approach 0.66 sec. 果してそれが次の觀測表に表はれてをります。

(1) 八月七日十一時五十二分五十五秒微震、震原東京の北々東五十粁

Aug. 7, 11 h 52 m 55 s. Slight shock.

Origin : at 50 km. NNE of Tokyo.

	主要部第一波 S 週期 T=0.94 sec.		主要部第二波 Next to S. T=0.94 sec.		主要部の六秒目 6 sec. later than S. T=0.6 sec.		主要部の一分目 1 min. later than S. T=1.3 sec.	
	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS
RG	5.7	3.0	12.8	5.5	6.3	5.5	1.2	2.0
RS	7.0	5.5	15.5	12.0	7.80	31.0	6.0	7.0
Rr	1.2	1.8	1.2	2.2	12.4	5.6	5.0	3.5

Rr 或は Pr は地上の振幅に對する衆議院或は貴族院階上の振動の比率

(Rr or Pr is the ratio of amplitude at RS or PS to that at RG)

(2) 八月二十二日十五時二十二分四十五秒　微震

Aug. 22, 15 h 22 m 45 s. Slight shock.

震原　常陸沖

Origin off the coast of Hitati.

	主部部第一波 S. T=3.0 sec.		主要部第二波 Next to S. T=2.5 sec.		主要部第三波 Next to the former T=3.4 sec.	
	EW	NS	EW	NS	EW	NS
RG	2.2	2.8	3.0	2.3	1.8	2.6
PS	2.5	3.0	3.5	3.5	2.2	3.0
Pr	1.1	1.1	1.2	1.5	1.2	1.2

(3) 八月二十七日二十時二十四分二十六秒　微震

Aug. 27, 20 h 24 m 26 s. Slight shock.

震原　東京灣　初期微動繼續時間七秒

Origin Tokyo Bay. Dur. p. t. = 7 sec.

の間に相當の材料が得られるのであります。（第二圖 B Fig. 2, B 參照）

（丁）新築中の議院建築物の震動比較驗測　D. Vibration of structures due to earthquake.

帝國議院 Imp. Diet building の本建築は現在進行中でありまして、大正十四年夏季には南方の衆議院と北方の貴族院とが各其鋼骨組立てを終りましたから、當局の依囑によりまして其震動狀態を驗測して見たのであります。場處は麹町區永田町、地質は山の手の洪積層、地形は東方へ微傾斜をなして霞ヶ關へ續いて居ります。（第三圖 C）

工事の豫定は南北の兩翼を連續する中央殿堂の鋼骨組立てを大正十六年度に終り全工事を大正二十三年度に終るものださうです。此等の段落に際して震動檢査を試みることは、必然のことでせうが、今回のは此等の準備驗測とも申すべきでありませう。

驗測は八月に始めましたが、九月まで一通りの作業を終りました。其結果貴族院の構造は衆議院のに比較して、震動が少し輕い樣に思はれましたので、地盤の震動を比較驗測することが必要になつて來ましたから、器械を貴族院の地下室 (P) 衆議院の地下室 (R) コンクリート地形の上、幷に建築事務所前庭 (OG) の三ヶ處に据附け、十一月に至つて事業を終りました。それで便宜の爲めに此方を第一に述べることに致します。三個の器械は何れも十四年式であつて、同時に同所で作り、地震學教室で比較檢査を經たものであります。觀測中は各振子の自己の振動週期を一律に七秒に致した置きました。（驗測された振幅の大さは、記錄のままを粍にて表はしたものであります。それ故地面或は構造物の實動は表示されたものゝ五十分の一に當ります。）

次に觀測の結果を列擧いたします。

（1）十一月五日十時五十六分十三秒微震、震原東京灣、初期微動繼續時間四•八秒

Nov. 5, 10 h 56 m 13s. slight shock. Origin Tokyo Bay.
Duration of the prel. tremors = 4.8 sec.

(T. indicates period of the observed movement, figures in the table the double amplitude in mm × 50.)

	主要部第一波週期 $T=0.2$ sec.	
	EW	NS
RG	2.4	7.2
PG	1.6	5.0

(二) 十一月六日三時四十二分五十八秒微震、震原霞浦附近、初期微動繼續時間七•四秒

Nov. 6, 3 h 42 m 58 s. Slight shock. Origin near Kasumigaura. Duration of p.t. = 7.4 sec.

	初期微動部 Prel. tr. $T=0.35$ sec.		主要部第一波 S $T=0.6$ sec.		主要部の三秒目 3 sec. later than $T=0.6$ sec.		主要部の二十五秒目 25 sec. later than S $T=1.2$ sec.	
	mean	max.	EW	NS	EW	NS	EW	NS
RG	0.8	1.8	5.9	5.0	6.7	4.7	2.3	2.1
PG	0.5	0.9	5.0	3.5	7.0	3.7	2.7	2.0
OG	1.3	2.5	6.5	5.5	7.4	5.0	2.0	2.5

(三) 十一月七日〇時十三分三十五秒弱震、震原九十九里濱沖、初期微動繼續時間十五•四秒

3. Nov. 7, 0 h 13 m 35 s. Moderate shock. Origin off the E coast of Simôsa. Duration of p. t = 15.4 sec.

	初期微動 p. t. 週期 $T=0.5$ s	主要部第一波 S	
		$T=2.5$ s	$T=1.2$ s
	NS	EW	NS
RG	2.8	17.5	15.0
PG	2.5	20.0	17.6
OG	4.0	17.6	16.5

以上の結果で見ると、土地震動の週期一秒未滿なるときは、三ヶ處の中、貴族院地上最小で、事務所前庭が最大でありますが、一秒以上の週期に就いては三所

	主要部第一波 *S.* 週期 $T=1.4$ sec.		前者にかさなつた小波 Superposed on *S.* $T=0.2$ sec.	
	EW	NS	EW	NS
RG	3.0	1.7	1.4	1.7
RS	3.5	2.7	1.5	1.8
PS	3.3	2.3		1.7
Rr	1.	1.6	1.1	1.1
Pr	1.1	1.4		1.0

(4) 九月五日三時三十七分五十七秒 微震

Sept. 5, 3 h 37 m 57 s. Slight shock.

震原 東京灣 初期微動繼續時間八•六秒

Origin Tokyo Bay. Dur. p. t.=8.6 sec.

	主要部第一波 *S* 週期 $T=0.7$ sec.		主要部第二波 Next to *S.* $T=0.7$ sec.		主要部の前十秒目 40 sec. later than *S.* $T=0.5$ sec.	
	EW	NS	EW	NS	EW	NS
RG	4.5	1.3	5.0	2.4	0.5	0.5
RS	7.5	3.4	15.5	7.0	16.0	7.0
PS	7.5	2.0	14.0	4.8	11.0	6.0
Rr	1.7	2.6	3.1	2.9	32.0	14.0
Pr	1.7	1.5	2.8	2.0	22.0	12.0

(5) 九月十七日二十時十二分五十九秒微震

Sept. 7, 20 h 12 m 59 s. Slight shock.

震原 東京の東北東六十五粁

Origin at 65 km. ENE of Tokyo.

	主要部第一波 *S.* 週期 $T=0.3$ sec.		主要部の四十秒目 40 sec. later than *S.* $T=0.75$ sec.	
	EW	NS	EW	NS
RG	1.2	1.2	0.5	0.7

RS	6.5	7.2	6.2	9.0
PS	3.5	5.2	3.0	4.1
Rr	5.4	6.0	12.4	12.9
Pr	2.9	4.3	6.0	5.9

(6) 九月二十一日十時五十六分四秒 微震

Sept. 21, 10 h 56 m 4 s. Slight shock.

震原常陸沖 初期微動繼續時間十七•六秒

Origin off the coast of Hitati. Dur. p. t.=17.6 sec.

	主要部の四十秒目 40 sec. later than *S*. 週期 *T*=0.6 sec.	
	EW	NS
RG	0.7	0.5
RS	11.0	12.5
PS	8.5	8.0
Rr	15.7	25.0
Pr	13.6	16.0

(7) 九月二十三日十時二十九分三十四秒 微震

Sept. 23, 10 h 29 m 34 s. Slight shock.

震原 東京附近 初期微動繼續時間四•八秒

Origin near Tokyo. Dur. p. t.=4.8 sec.

	主要部第一波 *S*. 週期 *T*=0.55 sec.		主要部の四秒目 4 sec. later than *S*. *T*=0.61 sec.	
	EW	NS	EW	NS
RG	2.6	4.3	1.2	0.7
RS	7.0	13.0	13.0	9.5
PS	5.0	10.7	4.0	5.5
Rr	2.7	3.0	10.8	13.6
Pr	1.9	2.5	3.3	7.9

(8) 十月十七日一時三十分四秒 微震

Oct. 17, 1 h 30 m 4 s. Slight shock.

震原上總東部 初期微動繼續時間七•九秒

Origin in the E. part of Kadusa. Dur. p. t.=7.9 sec.

	主要部第二波 S. 週期 T=0.6 sec.		主要部の六秒目 6 sec. later than S. T=0.6 sec.	
	EW	NS	EW	NS
RG	1.5	1.5	1.6	1.6
RS	6.8	5.5	16.0	9.5
FS	5.0	2.0	4.5	10.0
Rr	4.5	3.7	10.0	5.9
Pr	3.3	1.3	2.8	6.2

(9) 十月二十一日八時三十四分二十七秒 微震

Oct. 21, 8 h 34 m 27 s. Slight shock.

震原東京灣 初期微動繼續時間五•九秒

Origin Tokyo Bay. Dur. p. t.=5.9 sec.

	主要部第一波 S. 週期 T=0.5 sec.		主要部の十一秒目 11 sec. later than S. T=0.6 sec.	
	EW	NS	EW	NS
RG	1.7	8.0	1.2	1.5
RS		25.0		19.5
FS	7.0	16.0	13.5	17.5
Rr		3.1		13.0
Pr	4.1	2.0	11.3	11.7

此等の觀測の結果は大體三つに分類せられます。即ち第一に、地動の週期一秒以上なるときは地上の震動も構造物の震動も概して同程度であることでありまして、此一事は大地震の場合にも同様でありさうに想像せられ、該構造物の耐震的價値の大なるべきことが有望である様に感ぜられます。第二に地動の週期が構造

物の自己振動週期に近いときは構造物が共鳴の現象を起し、地上震動に比較して十倍或は二三十倍の大さに搖れ出すことであります。第三には地動の週期が自己振動週期に比べて 0.2 秒も增すか或は 0.2 秒乃至 0.4 秒減ずると、構造物の震動は地上の數倍になります。 されば該構造物の振動狀態は恰も 0.66 秒週期の音叉を地上に建てた如き觀があります。此等の關係が中央殿堂の完成聯結により、又骨組に肉が完全に附着せられた場合に於て、如何に變るかといふことは頗る價値あり、且つ興味ある問題であります。但し遺憾なことには此種の研究が前例なき爲め、今回の成績と比較すべき他の材料を持たないことであります。出來るなら、もつと手輕な建築工事が行はれるとき本文に記述し又希望した樣な數段の驗測を實行して見たいものと思つて居ます。

本項を終るに臨み、本觀測の幇助を與へられた臨時議院建築所の方々に御禮を申述べたいと思ひます。

第三章　地震動に含まれる傾斜動の觀測

（本章に述べやうとする事項は帝國學士院記事錄第二卷三號に登載せられた On the long waves leading earthquake motion, Proc. Imp. Academy, 2, No. 3. に稍〻悉しく述べてあります。）

地震動の中には、直線運動の外に廻轉運動も含まれて居て然るべきことでありますが、此想像は地震計測の上に於て大切なことでありながら、大抵の研究者は之を無視して居ります。大森博士の如きは寧ろ土地の傾斜動を否定せられた位でありますが、それは博士の取られた材料に適〻傾斜動が含まれて居なかつたか、或は裝置不良の爲めであつて、總ての場合に對する傾斜動存在の證明とはなりませぬ。實際博士が「記象上初期微動を示さない地震」として記述せられた明治三十九年一月二十一日房總東沖の地震の如きは、「傾斜動を以て始まつた地震動」である樣に考へられます。

我が日本の太平洋側特に其深處に發生する地震を觀測しますと、大抵其地震動の先頭に於て比較的に緩漫な波動が現出し、此爲めに所謂初期微動の細波が被はれてしまつて、初期微動なしの記象を與へます。今其最も著しき二三の例を擧げて見ます。

（1）　大正十二年九月一日午前十一時五十八分四十四秒關東大地震

（2）　同二日午前十一時四十六分五十五秒、勝浦沖大地震

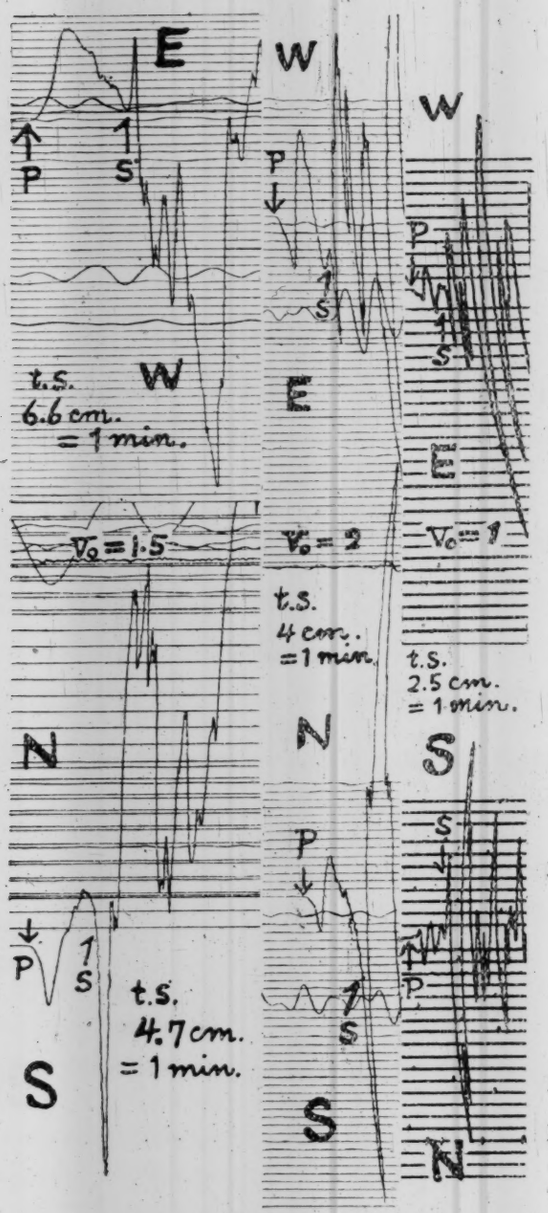


Fig. 4. shows the Tokyo observation of the earthquake No. 3 as registered by the seismographs having the different instrumental constants.

(3)　同二日午後六時二十七分四秒上總東沖の强震

(4)　同十三年十二月二十九日午前七時五十七分二十一秒三陸遠洋の大地震

此等の地震の東京に於ける觀測は第四圖に示された通り、初動が緩漫な波動から成立して居て、普通の地震記象に於ける初期微動とは全く趣を異にして居ます。

幸に我教室では、直線運動に對する倍率が、傾斜動に對する倍率に全く伴はない所の各種の地震計が備へてあつたので、此等の器械觀測の結果を比較し地動の性質を檢査することが出來たのであります。

地震動の先頭に立つ緩漫な波動は次の様な週期を示して居ります。

(1)　東西動 12 秒、南北動 16 秒

(2)、(3)　東西動、南北動共に 6.4 秒

(4)　東西動、南北動共に 31 秒

此等の地震動が次の器械常數の地震計で觀測せられました。

第一表　地震計の常數表

		東西動			南北動		
(1)-(3)	V_0	1.5	2.0	10.	1.5	2.0	1.0
	T (秒にて)	33	10	4	26	10	4

(1)	ν	1.14	1.73	2.1	1.04	1.69	3.05
	ε	0.008	0.11	0.37	0.003	0.11	0.55
	V_{12}	1.4	1.3	0.31	—	—	—
	V_{16}	—	—	—	1.3	1.1	0.24
	T (秒にて)	31	9	4	15.5	9	4
(2)	ν	1.26	1.73	1.76	1.06	1.69	1.94
(3)	ε	0.015	0.12	0.28	0.008	0.12	0.33
	$V_{6.4}$	1.4	1.6	0.54	1.4	1.6	0.54
	V_0	15	120		20	10	120
	T (秒にて)	65	19		54	35.3	19
(4)	ν	3.2	2.9		1.14	1.19	3.8
	ε	0.036	0.11		0.005	0.010	0.14
	V_{31}	13	65		17	7.4	65

本表に於て V_n は地動の週期 n 秒なるときの描針端の倍率、T は水平振子の自己振動の週期、ν は振子が自由に衰退振動をなすときの一振幅と次の振幅との比、ε は $\log_e \nu = \frac{\varepsilon T}{2}$ に相當する値であります。

今此等の常數により、前に記した緩漫な波動を直線動として其實際の地動の振幅を計算して見ますと、第二表に於ける結果を得ました。但し A は記象に於ける振幅を粍にて表はした數、H は第一表に於ける V_{12}, V_{16}, $V_{6.4}$, V_{31} を以て之に對應する A を除したるもの即ち地動を水平動としての實動であります。

第二表　計測の結果

		東西動			南北動		
(1)-(3)	V_0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0
(1)	A mm.	93	31	2.5	60	12.5	1.0
	H mm.	66	24	8	46	11	4
	$I\times10^4$	3.9	3.9	4.2	1.8	1.6	1.9
(2)	A mm.	1.8	1.5	—	6.0	5.5	—
	H	1.3	0.9	—	4.3	3.4	—
	$I\times10^4$	0.24	0.27	—	0.9	1.0	—
(3)	A mm.	10.0	6.5	0.8	7.5	4.5	0.7
	H mm.	7.1	4.1	1.5	5.3	2.8	1.3
	$I\times10^4$	1.3	1.2	1.3	1.1	0.81	1.2

(4)	V_0	15	120	20	10	120
	A mm.	1.7	2.1	4.8	1.8	3.8
	$H\mu$	131	32	282	243	58
	$I\times10^8$	12	14	27	32	28

即ち各地震の初動を直線運動と見做すときは、各器械から得た實動は殆んど桁違ひといふ程の相違が現はれて來て不合理の様に感ぜられます評者は或は之を器械の誤謬と言はれるかも知れませんが、記象に例示した通り主要部の第一波 S の如きは直線動として何等の不合理を示しませぬ。其處で自分は之を土地の傾斜動として計算を試みたのであります。

主要部の第二波以下にも意味がありませうが、處理を簡單にする爲めに第一波だけにつき、之を傾斜動の結果と見ることにし、更に計算を簡單にする爲めに此傾斜を初めから終りまで同價値であつて其れが突然に其處に到着したものと假定しました。斯く考へたのは我々が描針端の基準點をずらす爲めに、地震計の臺を急に少しく傾けるときの描針端の動き方が、丁度本問題の振動狀態に似て居ることを注意したからであります。斯の通り假定して、各地震計の記した振幅から計算した傾斜が第二表に於ける I であります。表中に盛込んだ數字につき地震の第一乃至第三に於ては傾斜 I の 10,000 倍を示し第四に於ては 100,000,000 倍を示すものでありますから、各種の地震計の示す傾斜は地震毎に略ぼ相一致して次の様な平均數となります。

(1)　EW: 0.0004,　　NS: 0.00018;　　合成: 0.00044＝1′.5

(2)　EW: 0.000027,　NS: 0.00011;　　合成: 0.00011＝0′.38

(3)　EW: 0.00013,　　NS: 0.0001;　　合成: 0.00016＝0′.55

(4)　EW: 0.00000013,　NS: 0.00000029;　合成: 0.00000032＝0″.066

以上の結果は粗略な假設に基づいたものでありますが、然しながら器械常數のひどく違つた器械の與へものとしては、相互の値が可なり良く合ふので、地動が全く直線的のものでなく寧ろ傾斜的のものであらうといふことには多くの疑がなさそうに思はれます。但しこれが震原から其波動の形に於て傳播されて來たものか又は第一初期微動が到着した爲めに、其處のブロックが傾斜動を始めたものか唯今は之を判斷する材料を有ちませぬ。

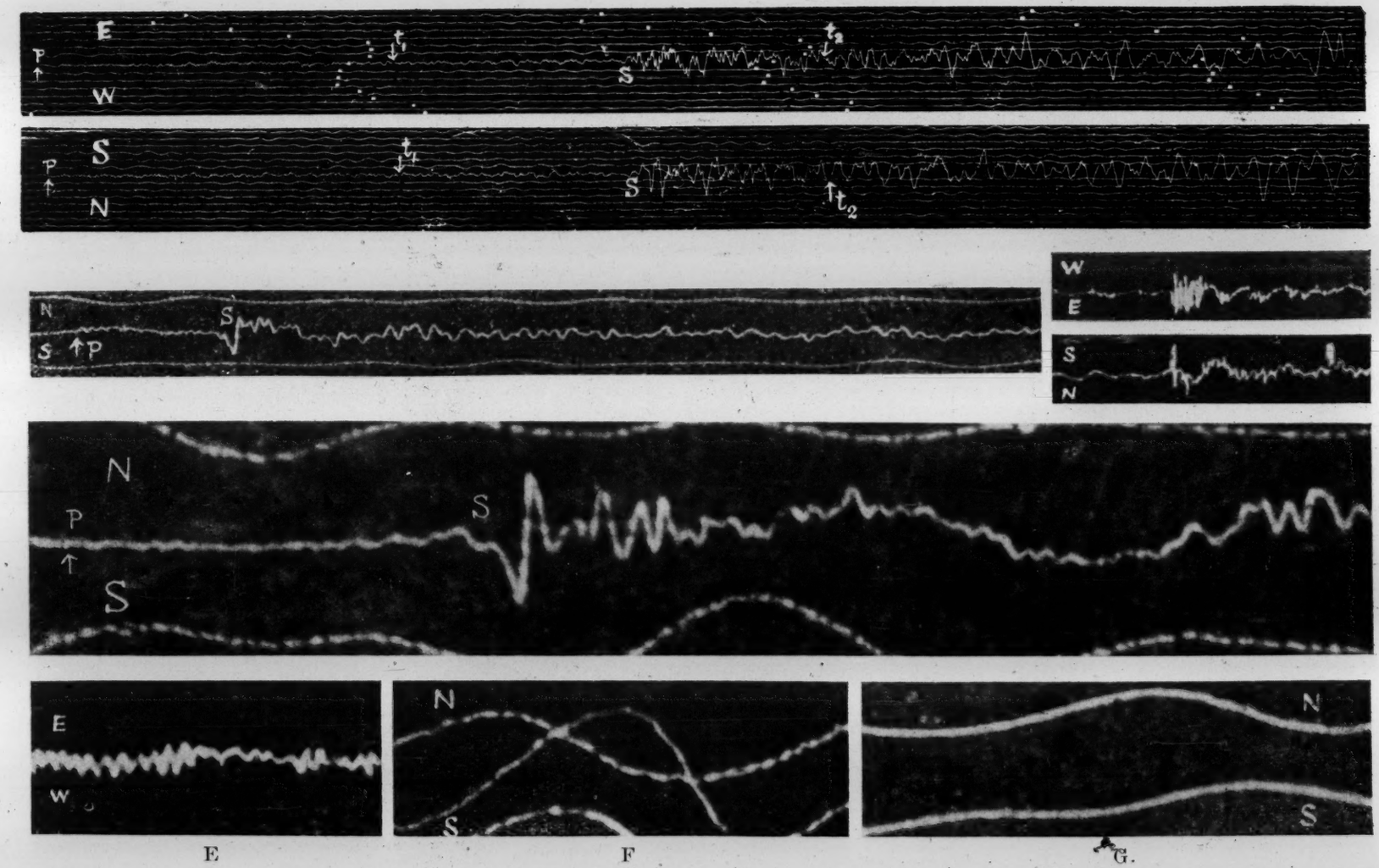
以上採つた例は多くの材料の一小部分であつて、房總沖或は常陸沖の地震は毎

々其地震記象の先頭に緩漫な活動を示すのであります、されば地震計測の上では此點につき注意を加ふることが必要でありますが、其爲めには直線的地動の影響を少しも受けることなく、單に傾斜動のみを記錄する裝置か、或は此條件に出來るだけ近い裝置が欲しくなつて來るのであります。重い複振子の重心を少し外づれた軸を廻りて此複振子が自由に廻轉し得る樣据附けましたなら此條件の後の場合に相當するでありませう。然しながら我々が是迄使用した地震計並に第一章第七項の大震計の如く、器械常數が著しく違つた地震計で比較觀測することも窮餘の一策たるを失はないでありませう。今 V_0, T を前に假定した通りの値とし、又 a を以て振子臺の靜力學的傾斜（振子面に平行なる水平線を軸とする）$1'$ に對し描針端の振動すべき振幅（粍にて）とするならば此等の器械は次の樣な常數を示します。

V_0	1.5	2.0	1.0	0.5
T	30	10	4	12
a	97	1.4	0.29	0.43

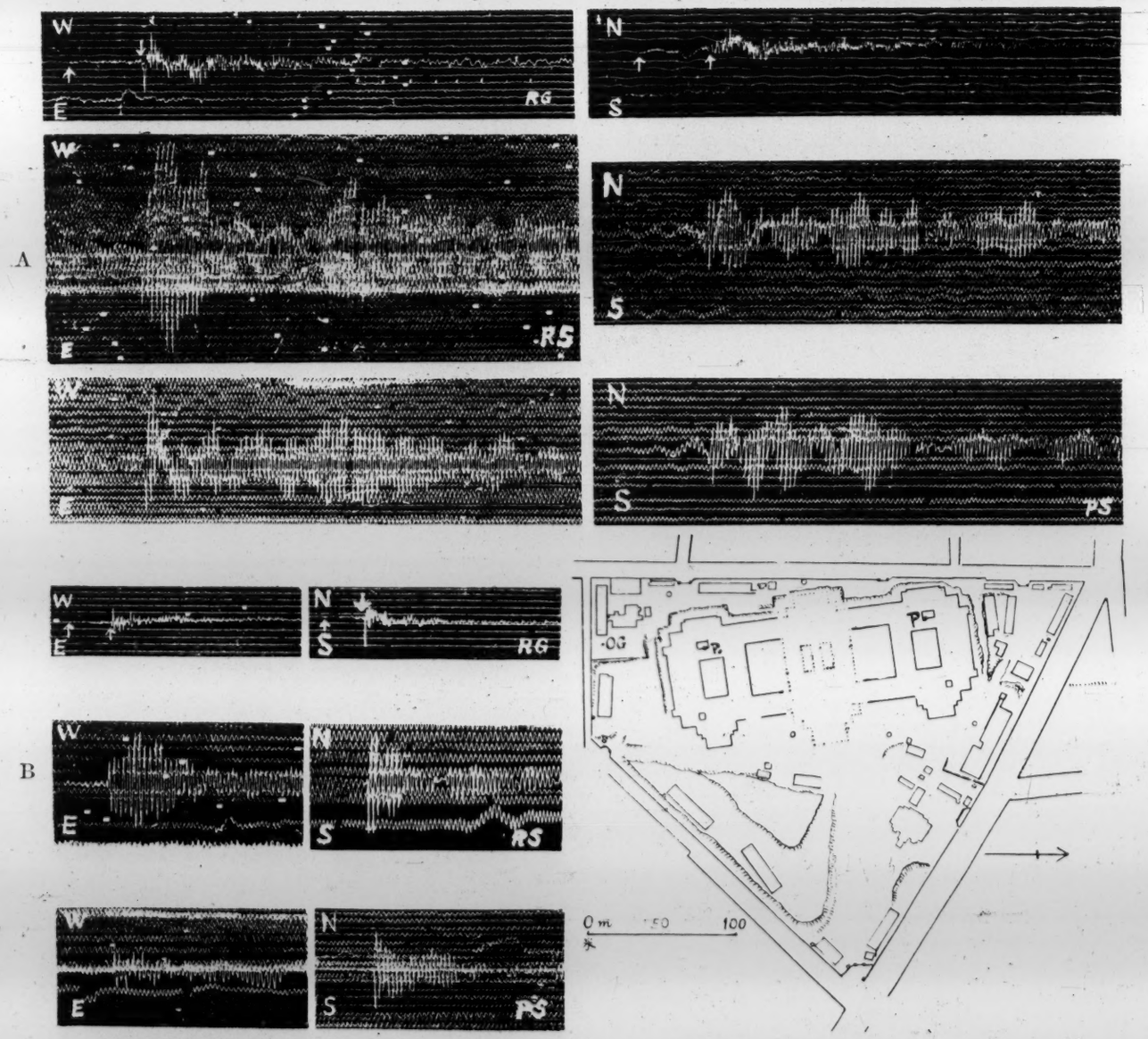
即ち水平動としての關係倍率と傾斜動としての關係倍率とに非常な相違がありますから、此等の器械の比較觀測によりて、兩者の區別が出來る筈であります。それに加へるに完全な制動器を以てしたならば、傾斜動が地震動の中間に挿入されて現はれる場合にも、其區別的認識が可能でありませう。もつと微小な傾斜動の計測については、本章第四地震の場合の如く、兩方共もつと鋭敏な地震計の他の組合せで同樣の結果が得られる筈であります。（終）

第　二　圖



In fig. 2, A, B, D-G show the seismograms given by the new tromometer. A is the register of the earthquake of March 25, 1926, which was originated off the E. coast of N. E. Japan. Minute marks in both components are indicated by the letters t_1 and t_2. B and C are reproductions of the original registers enlarged 5 times, so that the magnification of the present registers becomes equal to 250 times of the actual earthmovements. B indicates the N. S. component of the Kamakura shock of Jan. 1, 1926, and was obtained by one of the new tromometer installed on a bed of tertiary formation at Yukinosita, Kamakura. (Driving rate=39 cm. per min.) C relates to the earthquake of Oct. 17, 1925, and was obtained by one of Omori's tromometers at the university ground. D, E and F are reproductions of the 15-time magnification of the original registers, thus indicating 750 times of the actual earth movements. (Driving rate=106 cm. per min.) D relates to the Tokyo earthquake of Dec. 5, 1925. E, F and G indicate the ground disturbances due to traffic and registered respectively at Hongô (the Seismological Institute), Komaba (the Faculty of Agriculture) and Mitakamura (Tokyo Astronomical Observatory) on Feb. 4, 1626, afternoon.

第　三　圖



In fig. 3, A and B show respectively the registers of the earthquakes of Sept. 5 and 23 obtained at the underground (R in fig. 3, C and R G in the table) and the third floors (R in fig. 3, C and R S in the table) of the house of representatives and the third floor of the house of peers (P in fig. 3, C and P S in the table). C shows the plan of the building of Imp. Diet now in the course of construction. The areas bounded by full lines indicate those parts of the building in which frame work was finished, while that bounded by dotted lines indicates a part in which the work is not yet commenced. P and R correspond to the respective positions of the installations in the houses of peers and representatives. O G indicates the position of installation on the office ground.

壁體耐火試驗 第一回報告

所員 内田祥三

A Preliminary Report on Fire Test of Buliding Partitions.

By

Prof. **Shozo UCHIDA,**

The Earthquake Research Institute.

This is a preliminary report on fire tests made in the Architectural Laboratory of the Tokyo Imperial University for the purpose of studying the fire-resisting quality of several materials used for the partition of buildings. In the tests, panels made of materials under investigation are exposed to fire on one side, the temperature being raised nearly to 1100°C and sprinkled with water subsequently. Up to the present, 66 panels made of stone, brick, concrete blocks, reinforced concrete and terra-cotta, and some of coated wooden frame construction have been experimented upon.

These panels were constructed to comply with the requirements for fire-proof construction according to the Building Regulation of Japan.

Appended photographs show how they are affected by fire.

一 本試驗の目的

建築物の耐火性が其の材料及構造の耐火度に依て左右さるることは恰も建築物の强さが其の材料及構造の强度に依て定まると同様なるは論を俟たず。而して材料及構造の强度に關しては既に多數の調査實驗のあるありて其據るべきもの多きに反し吾が國に於ける材料及構造の耐火性に關する實驗に於ては其の數甚だ多からず、耐火的建築物の設計に當りては其の實驗的資料の乏しき憾少からず。

本邦に産する建築材料中石材及煉瓦の耐火度に關する調査は明治四十年中工學博士佐野利器氏に依て行はれたる實驗（震災豫防調査會報告第六十一號所載）明治四十三年以來大藏省臨時建築部及臨時議院建築局に於ける實驗（臨時議院建築局編纂「本邦産建築石材」所載）。大正十三年以來復興局技術試驗所に於て行へる

實驗（復興局技術試驗所報告所載）等ありて以て此の種材料の耐火價値を比較するに難からず、然れとも是等の材料を以て構造したる構造物の耐火性に關しては必ずしも前記小塊試驗片に依る實驗の結果を以て直ちに之を推定するに困難なき能はず、更に複雜なる各種の構造物に對しては殆んど其の調査の據るべきものを見ず、之を歐米の諸國に就て觀れば英、米、獨等何れも其の國の材料構造に對して耐火的の試驗を行ひ次で建築物耐火構造の據るべき所の基準を示し火災に因る損害の輕減に資しつゝあるに拘らず火災の脅威を受くること最も甚しき我國に於て未だ此の種の實驗に乏しきものあるは遺憾少からざるものと謂ふべし、本實驗は實物に近き比較的大なる供試體を用ひ各種の構造に成るものの、耐火的價値を比較して吾國の耐火構造に對して何等かの基準を發見せんとするに在るものとす。

先年市街地建築物法の發布を見是れが附帶命令たる其の施行令及施行規則の編纂に當りたる吾等は其の中に耐火構造及準耐火構造に關する規定を設くるに際し吾國の材料及構造に關する耐火的實驗の緊急なるを感じ爾來其の實驗設備の設置を企畫せしも實物に近き大供試體の實驗に要する經費の比較的に大なるが爲め常に其の實現を觀ること能はざりしが昨年漸く不完全ながらも東京帝國大學建築學教室に其の設備を整ふるを得るに至りたるを以て直ちにこれが實驗を開始することゝせり。

復興局は吾人に此の企あるを聞き深くこれに同情し試驗に要する多數の試驗片の製作及燃料の一部を分擔し特に同局技師尾崎久助氏を派して共同して此の實驗に當らしむることゝせるは吾人の最も感謝の意を表する所なりとす。

構造物の耐火的實驗たるや其の種類極めて多く同時に其の各種に付て實驗を施すこと困難なるを以て先づ最も簡單なる方面より着手せんとし第一次の實驗として壁體の耐火試驗を試むることゝせり、然も最も簡單なるべきことを豫想したる本實驗に於ても此の種の實驗に對する吾人の經驗淺かりしが爲爐の構造試驗片の製作等に各種の缺陷あるを發見して今日未だ何等の結論に到達するを得ず、試驗中の溫度其の時間等に關しても各種の構造になるものゝ比較の便宜上之を一定ならしむることを努めしも初期の實驗に於ては操作に不熟練なるが爲め所期の目的を達するを得ざりしものあり、尙其の實驗の方法に關しても改善を要すべきもの少からず、是等は逐次實驗を重ぬるに當り漸次其の缺點を補はんとす。

本試驗の實驗に當りしは前記復興局技師尾崎久助、東京帝國大學講師伊豫田貢

の兩氏にして爐の改造修理及初期の操作に關しては野村清氏を煩はしたり。

二　供試體

本試驗に用ひたる供試體は各幅三尺、高さ六尺、表面積十八平方尺にして其の厚さ及び構造の種類は市街地建築物法施行規則第一條第十三號及び第百二十七條第二號に該當せるものより選びて次の八類二十種とせり。

第一　煉瓦造

（1）並燒一等煉瓦造　厚　一枚半

（2）燒過一等煉瓦造　厚　一枚半

第二　石造

（3）花崗岩造　厚　一尺

（4）日ノ出石造　厚　一尺

（5）大谷石造　厚　一尺

以上市街地建築物法施行規則第一條第十三號の(イ)に該當するもの。

第三　鐵筋コンクリート造

（6）鐵筋コンクリート造　厚　四寸

（7）鐵筋コンクリート造　厚　五寸

（8）鐵筋コンクリート造　厚四寸の片面に抗火石厚二寸を貼付せるもの

以上市街地建築物法施行規則第一條第十三號の(ロ)に該當するもの。

第四　（9）孔煉瓦造　厚　一枚半

第五　コンクリートブロツク類

(10)　コンクリートブロツク造　厚　六寸

(11)　コンクリートホロブロツク造　厚　六寸

以上市街地建築物法施行規則第一條第十三號(ハ)に該當するもの。

第六　木骨造セメントモルタル又はコンクリート塗の類

(12)　木骨川崎式丸形鐵網張セメントモルタル塗　塗厚　一寸二分

(13)　木骨エキスパンデツドメタル張セメントモルタル塗　塗厚　一寸二分

(14)　木骨ハイリツブ張セメントモルタル塗　塗厚　一寸二分

(15)　木骨鈴木式ラス張セメントモルタル塗　塗厚　一寸二分

(16)　木骨木摺打川崎式丸形鐵網張コンクリート塗、人造石塗仕上
塗厚合計　一寸二分

(17)　木骨木摺打菱形鐵網張セメントモルタル塗、ロツクスタッコ塗仕上
塗厚合計　一寸二分

以上市街地建築物法施行規則第百二十七號第二項の(ハ)に該當するもの。

第七　木骨造化粧煉瓦貼

(18)　木骨木摺打菱形鐵網張セメントモルタル塗、タイル貼仕上
厚合計　一寸二分

(19)　木骨木摺打菱形鐵網張セメントモルタル塗、釉藥掛タイル貼仕上
厚合計　一寸二分

以上市街地建築物法施行規則第百二十七條第二項(ニ)該當するもの

第八　(20)　木骨土藏造　塗厚　三寸

以上市街地建築物法施行規則第百二十七號第二號(ホ)に該當するもの

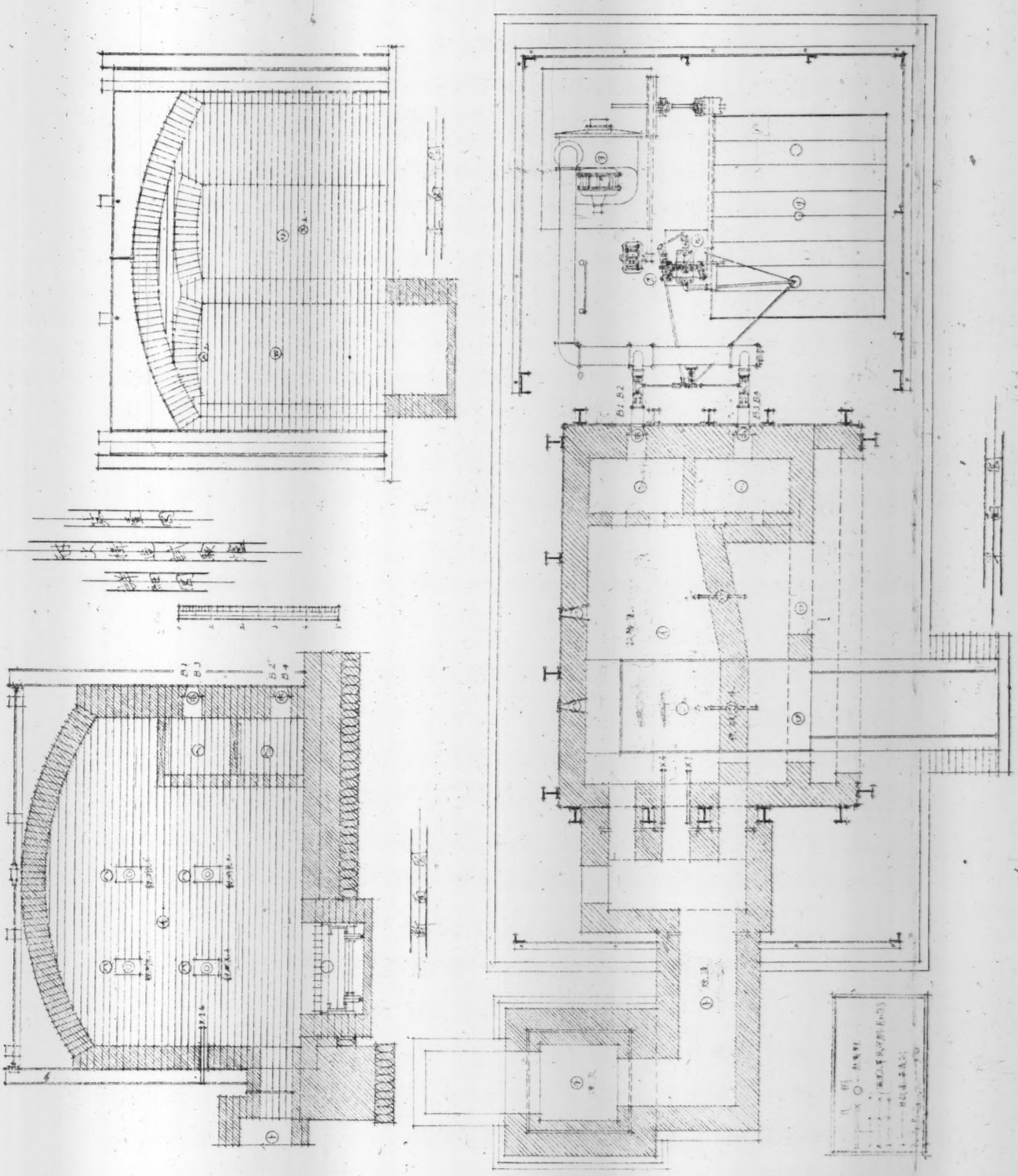
以上八類二十種の供試體は(6)及(7)の各六個なるを除き各三個宛總數六十六個を製作せり、其の製作は合資會社清水組之を行ひ大正十四年三月中に完了せり。

三　試驗裝置及方法

(Ⅰ)　本試驗に使用せる試驗爐は第一圖の如く次の二部よりなる。

1. 石油爐。本爐は長十三尺三寸幅十四尺四寸高九尺、外壁は耐火煉瓦一枚積の外に鐵板を張り內部に幅八尺三寸奥行七尺四寸高平均七尺五寸の試驗室㈠あり、爐上部は耐火煉瓦一枚厚のアーチを架す。爐の前面外壁に巾三尺高六尺の開口二個㈡あり、其の中心線と相對する背面外壁に上下二個宛の觀測口㈢あり、爐底にコンクリートの基礎上に耐火煉瓦を敷く爐底左半は幅三尺深二尺を掘下げレール敷き鋼鐵製車體上に耐火煉瓦二枚積となしたる移動車臺㈣を裝置す。爐の右側壁に二段二列四個の火口㈤を裝置し各火口は各獨立に點火使用することを得、火口の前面には小室㈥あり此の室と試驗室との間は耐火煉瓦半枚を格子狀透積となし火焔は火口より出で此の壁を通過して試驗室に入る。

爐の左側壁下部に三孔ありて煙道に連り又中央部には二個の觀測孔あり爐に附屬して長約十尺の煙道㈦ありて爐と煙突㈧とを連ぬ。



2. 給油裝置。燃料重油は地下の油槽㋥に貯藏せられ電動機㋟によりて運轉しポンプ㋣によりて各火口に供給せらる。

3. 送風裝置。空氣は送風機㋠によりて各火口に供給せらる。

(II) 爐內の溫度は三組の白金、白金ロジウム熱電對を用ひ之をウイストンパイロメーターに連絡して測定し濕度變化の狀態を更に檢するため白金、白金ロジウム熱電對を使用するブラウン自記高溫度計を使用せり。

(III) 以上の裝置を本試驗に使用するため次の如き變更を加へたり、即ち四個の火口を用ふるの必要を認めたるを以て火口1及火口2の二個のみを使用することゝし爐內の容積を小にするため耐火煉瓦一枚積の垂直界壁㋡を作り爐の後部のみを使用し供試體は移動車臺㋥の上に㋕の位置に取付くることゝせり。

(IV) 試驗方法を其の順序に記せば次の如し。

1. 車臺㋥を爐外に出して供試體を取付く。

2. 車臺を爐內に入る、供試體は此時㋕の位置に止り界壁㋡と一平面をなす此位置にて供試體と開口周圍との間の空隙を耐火モルタルにて目塗をなす。

3. 點火加熱中供試體加熱面は背面の觀測孔より時々之を檢す。

4. 消火後車臺を爐外に引出し加熱面を檢し次に背面觀測孔より注水す。

供試體の厚小なるものは鐵製枠を車臺に取付け之によりて支持す。

注水用水は東京市水道の消火栓より布ホースにて導き水道の壓力にて注水す。

熱電對は特に記載せるものゝ他は第一圖記入の位置に使用せり。

(㋑㋺....等は第一圖記入の符號なり)

四　試驗の結果

試驗第一　並燒一等煉瓦積壁

大正十四年七月二十九日 試驗

1 供　試　體

供試體は並燒一等煉瓦を「セメントモルタル」(調合1:3)にて厚一枚半に積み化粧目地塗を施したるものなり、大正十四年七月二十二日供試體の煉瓦積をなし同二十九日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		經過時間	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
11	02			B. 1. 點火	
	27		25	B. 2. 點火	
0	45	1	43	供試體外面(以下單に外面と略記す)より水滴流れ出づ	740
1	05	2	03	供試體の上端約三糎外方へ押出さる	780
4	55	5	53	消火	1,100
5	00	5	58	供試體を引出す	
5	05	6	03	注水始	
	07	6	05	注水終	

3 試驗後の狀況

表面の變化——供試體には可なり水分を含む最下層1段と下より4段目迄の兩端の近くとを除き全部陶質化して暗褐色を呈し恰も鼻黑煉瓦の如く、下より8乃至12段目の中央に近きものは可なり變形し又 8 乃至 19 段目迄は橙皮の如き細かき凹凸を生ぜるもの多し。

龜裂——表面の龜裂は寫眞に示す如く全厚を通じてのものは何れも毛細龜裂にして多くは深さ3糎內外に過ぎず右側面(加熱面に向ひ)の龜裂は寫眞の如く表面のものと同樣なり左側面に於ては上部三段と下部 11 段とのみ上記同樣の龜裂あり。

目地——19段の上部目地より上方のものにつきては目地と煉瓦との間の附着の破壞、目地を橫斷する無數の龜裂、表面の變色(暗黃灰色)以外には著しき異狀を認められず。12, 13 兩段右端より3糎左方に於て長5糎深3糎の剝落あり。下部に於ては上部よりも目地の剝落多く深約3糎に達する箇所あり、崩壞せる附近の目地「モルタル」は凡て指頭にて押崩すことを得。

側面——左側面は加熱面より平均深5糎迄帶桃色に變ず、之より外方は灰白色となり外方大部分は變色なし、目地の變色は煉瓦の變色と範圍同じ、右側面も左側面と同樣なり。

4 試驗結果概要

試驗開始は午前九時半なりしも爐內の燃燒捗しからず漸く十一時半頃より燃燒繼續し始め四時半に消火せし故5時間に約 1,100°C に上昇せし事となる、供試體を引出して殆どサーモンレッド色を呈せる中に注水せしがその結果は甚しき部分

に於て鼻黒煉瓦狀と化し橙皮狀を呈し深さ3糎内外の龜裂を生じ深さ最大3糎位迄變色せるに過ぎず變質の少き部分はチヨコレート色に化したるも龜裂なし又目地は注水によりて洗去られし部分あれど變質は概して化粧目地以上に及ぶこと少し。

裏面の熱の傳導は場所により多少の相違ありしも漸く手を觸れ難き程の溫度を示せり。

5 附　　圖　第二圖、第三圖

試驗 第二 花崗岩積壁

大正十四年九月二十六日 試驗

1 供　試　體

供試體は稻田產花崗岩を「セメントモルタル」(調合 1：2) にて積立たる厚さ一尺の壁體なり、大正十四年八月十八日供試體石材の積立をなし同年九月二十六日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記事	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
9	54		0	B. 1. 點火	
10	58	1	4	供試體内面全面に亙り煤煙附着	480
11	0	1	6	B. 2. 點火	480
	17	1	23	外面に水分浸出す	520
	45	1	51	外面水分の浸出箇所增加しやゝ燧味を感ずるに至る	600
	52	1	58	内面右下の一部を除き煤煙消失す	610
0	15	2	21	外面水分の浸出箇所減じ龜裂入り始む	675
	24	2	30	内面最上層の上端角に沿つて龜裂破壞し始む、内面には外面の龜裂に對應せる箇所には龜裂なし	705
	25	2	31	外面龜裂箇所增加す、外面熱して手を觸れ得ざる程度となる	705
2	20	4	26	上より二段目右方に於て内面に垂直龜裂を認む	910
4	20	6	26	消火、外面撮影 供試體の膨脹と炸裂のため引出すこと能はず其の儘注水す	995

3 試驗後の狀況

内面は一般に透明さと光澤を失ひて白色勝となり鐵槌にて敲く時は濁音を發し又鐵物を以て比較的容易に擦り減らすことを得。表面と略平行して龜裂あり之が

ため第七圖に示す如くに剝離し其剝離片の剝離面も可なり光澤を失ひ、鐵物にて欠き取ることを得。剝離片に打撃を加ふれば粉碎して容易に細粒となる、搥打により濁音を發すれども表面程に非ず、剝離せるものも墜落せず原位置を保てり。

剝離片を取去れる外側の塊は剝離面に於て濁音を發すれども他の部分は金屬音を發す、變色は大體外面より3糎の深さに止まり外面は殆ど變色なし。

斷面より觀察するときは內面より內、中、外の三層に區別することを得、內層——厚平均2糎位にて全體やゝ肉紅色を帶び雲母片の黑色著し、中層——厚平均4糎著しき肉紅色を呈し內、中の二層は明に區別し得べく其間大抵小龜裂あり、二層共に全く脫水し質粗鬆となり碎けば3粍前後の細粒となる、外層——變化少なし、中外二層は全く剝離す。

加熱側の膨脹によるならんが全體として外面より見て縱に凹狀に變曲し中央部に於て撓度2.5糎に達せり。

4　試驗結果概要

積立後一ケ月を經て供試體は比較的乾燥せり試驗の結果著しく目立つものは內面の剝離、崩壞（崩壞は打擊等機械的の外力を加へて始めて起る）と外面の龜裂とにして概して實際の火災に遭遇せる場合と同樣なり。

試驗中の經過を詳細に觀察するに由なかりしも爐內の溫度675°Cに於て外面に垂直龜裂入り始め內面のこれに相當せる位置には龜裂を認め得ざりしより推察して剝離面はすでに龜裂入り居りしものと考察し得べし猶又外面の垂直龜裂を認むるに先立ちて其處に水分浸出を見たるは其時既に龜裂の進みつゝありしを推察し得べし。

普通火災に於けるが如く表面より玉葱狀に剝落する事なきは火焰風熱等の機械的外力の加はらざるによるべく剝落の原因たり得べき龜裂は明に認められたり。

5　附　　圖　　自第四圖至第七圖

試驗第三　大谷石積壁

大正十四年十月五日　試驗

1　供　試　體

供試體は大谷石を「セメントモルタル」（調合 1：2）にて積立てたる厚一尺の壁體なり、大正十四年十月二日供試體石材の積立をなし同五日試驗施行

2　加熱注水試驗中の經過概要

時刻	経過時間	観測記錄	溫度(C°)
午前 時 分	時 分		
8 30		B. 1. 點火	
9 50	1 20	B. 2. 點火	490
0 30	4 00	供試體は始め可なり濕氣を含みたりしが最上段は乾燥し7, 8兩段間目地中央, 8段の左右間の目地、及5, 6 兩段間の目地右端より水分浸出す	885
54	4 24	8, 9兩段間の目地中央部及左方に水分の浸出著しく8 段の左右共乾燥す 8段の左右間の目地より水蒸氣出づ	925
1 00	4 30	外面水分の浸出する部分は熱さを感ずるも乾燥せる部分は目地に於ても溫度の變化なし	925
06	4 36	最上段に於て外面やや焮味を生じ8段目之に次ぐ	935
45	5 15	8, 9 兩段間目地の中央より稍右寄りにも水分浸出す	970
2 00	5 30	7 段目殆んと全く乾燥し 6 段目之に次ぐ、7, 6 兩段焮味を生じ 5 段之に次ぐも 4 段以下は依然として冷たし	980
2 15	5 45	供試體の外面殆と全く乾燥す	980
3 00	6 30	消火、內面は目地の剝落多く一體に橙赤色にして全面に亙り龜裂らしきもの網狀をなして白光を放つ、目地に接せる部分若くは緣端に於て崩落せる箇所あり	
08	6 38	供試體を引出す、內面の橙赤色直ちに消失して銀灰色となるも內部は赤熱狀態猶持續せるが如し	
12	6 42	注水始	
14	6 44	注水終（直接注水を受けしは五段目迄なり）	

3　試驗後の狀況

表面の變化——注水を受けざりし部分は鉛黑色に銀色を帶ぶ、龜裂は何れも短くして網狀をなし開口の幅3粍位を限度とす、而して全面熔融して陶質化し光澤を有して有孔質となれり、注水を受けし部分は白色勝にして光澤を有し粒狀に膨れ上れる箇所多くかゝる部分には龜裂全然無し。總て表面を鐵槌にて打てば混濁せる金屬音を發す。

斷面——注水を受けざる部分は熔融せるは單に表面的に過ぎず其の內部厚5粍位の間は白色勝にして表面同樣鉛黑色を交ふ、次層厚約2粍の部分は白味勝の橙赤色を呈し多數の黑色消炭狀の斑點を交ふ、次層厚約5粍白色に黑色消炭狀の部分を交ふ以下厚約 5.5 粍間大谷石獨特の綠色に肉紅色を帶ぶ、注水を受けし部分

は表面厚5粍間は白色輕石狀を呈せる外注水せざりし部分の第二層と同樣にして之より厚1乃至2糎は橙赤色或は白色を帶ぶる橙赤色を爲し黑色或は褐色の消炭狀部分を交ふ以下表面より深さ9糎の間は大谷石個有の綠色に肉紅色を帶ぶ。

龜裂——龜裂は深さ3糎以上に及ばず其部分は質甚だ粗鬆にして鐵物を以てせば容易に崩し得、其以下の變色部分はやゝ脆弱となりしも變色せざりし部分に比し大差なし、目地或は兩端爐壁に接せる面にして直接火熱を受けたる部分は總じて橙赤色を帶び其深さ10糎以上に及びし箇所あり。

4 試驗結果概要

試驗前供試體は可なり水分を含み居り 5 時間45分を費して漸く乾燥せる程なりき、水分の浸出せる箇所に手を觸るれば熱さを感ぜしも乾燥せる部分に於ては點火後4時間半餘を經爐內溫度900度を超へて始めて外面の一部分に煖味を生ぜしが試驗終了迄遂に掌を觸れ得ざる迄に至らず。

試驗の結果を見るに表面的に小龜裂を生じ深さ約9糎迄變色し猶內面熔化せるも原形を破壞する程度の損傷なし。

5 附　　圖　　自第八圖、至第十圖

試驗 第四 日出石積壁

大正十四年十月十三日 試驗

1 供　試　體

供試體は日出石を「セメントモルタル」(調合 1：2) を以て積立てたる厚一尺の壁體なり、大正十四年十月七日積立をなし同十三日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
8	40			B. 1. 點火	
9	10		30	燃燒良好なりしもパイプより油漏出せしため一時燃燒を止む	350
	30		50	B. 1. 再點火	140
10	10	1	30	B. 2. 點火	420
	20	1	40	供試體內面全く煤煙に蔽はる	510
	30	1	50	最上段の外面上方より煖味を感じ始む 8段以下には變化なし、內面上半の煤煙目地附近より消失し始む	570

	38	1	58	内面上半の煤煙殆んど全部消失す	590
	48	2	08	内面下半猶煤煙を以て蔽はるゝも目地のみは白し	690
	51	2	11	内面下半の煤煙消失す	690
11	15	2	35	8, 7 兩段の外面やゝ煖味を感ず、目地 6-7 中央部より水分浸出す、7 段の外面中央に縦に小龜裂を生ず、目地 1-2, 2-3, 4-5, 6-7 龜裂す	820
	20	2	40	目地 6-7 の中央さきに水分の浸出せし箇所より水蒸氣を噴出す 6, 7 兩段煖味を感ず	840
	39	2	59	4 段の右煖味を感ず 目地 4-5 の兩端部分水分浸出す、水分の浸出せる箇所は他の部分に比し高溫なり	895
	45	3	05	外面 7 段中央の上端、6 段の右の左下角、8 段の右の下端小さく缺落す	910
	50	3	10	4 段の左、3 段幾分煖味を感ず	920
0	05	3	25	3 段及 2 段の左煖味を感ず	960
	15	3	35	水分の浸出せる部分溫度昇りて長く掌を觸れ得ざるに至る	965
	30	3	50	7, 8, 9 各段熱して長く掌を觸れ得ざる程度となる	1000
	45	4	05	2 段の右煖味を感ず	1015
1	20	4	40	5 段以上久しく掌を觸れ得ず	1030
	30	4	50	最下段右方に縦に龜裂す	1040
2	00	5	20	消火	1060
	20	5	40	注水始	
	22	−5	42	注水終	

備考——數字は下より數へし石積の段數を示し「目地 7-8」は 7, 8 兩段間の目地を示す

3　試驗後の狀況

表面の變化——內面は一體に鉛色を帶びたる灰白色に變じ熔融して光澤を生ず特有の黃褐色微かに殘留し所々暗綠色を交ふ、又所々長さ數糎の龜裂あり。

外面には殆んど何等の變化をも認めず。

龜裂——加熱中外面に現はれたるものは僅少なり、消火後觀測孔より見たる內面の上半に二三ヶ所直垂直龜裂らしきものを認めたるも判然せず、注水と共に外面には多數の垂直龜裂を生ぜり、內面の龜裂もその多くは注水により生ぜしと考へらる。水平の龜裂は內面に少數あるのみなり。最上段を除き內面平均 12 糎位の厚に剝離し剝離片は花崗岩の場合に酷似せり。

斷面——內面は深さ 1 糎內外陶質化して恰も日丁場石の如き色を呈し次層 3 糎

前後は褪色して蒼灰色を呈するの外は大體試驗前の色彩を保有す。

4 試驗結果概要

本試驗は始め十月八日に行ふ豫定にて同日午前九時より開始せしも燃燒不良のため十一時八分爐內溫度 260° に於て試驗を中止せり當時供試體は前日の降雨のため頗る濕潤なりしも同日の加熱の結果十三日の試驗の際は外面も殆ど乾燥して下方4段丈けの部分に濕氣を感ぜしのみなり。

加熱中の熱の傳導は大谷石よりは甚しく略々煉瓦に等しく花崗岩よりは少し、崩壞狀況は花崗岩に於けると全く同樣なるも只剝離片が粉粹せざる點を異にす。

5 附　　圖　　自第十一圖、至第十四圖

試驗 第五 空洞煉瓦積壁

大正十四年十月三十日試驗

1 供　試　體

供試體は空洞煉瓦を「セメントモルタル」(調合 1：3) にて厚一枚半に積立てたるものなり、大正十四年十月二十日供試體の積立をなし同三十日試驗施行。

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
8	30			B. 1. 點火	
9	00		30	爐內の通風不良、從試體押出されたるため消火	345
	40	1	10	B. 1. 再點火	
11	00	2	30	外面 6 段以上は冷さ無くなる	540
	15	2	45	B. 2. 點火	625
	30	3	0	6 段 以上煖味を感ず	660
0	05	3	35	6 段以上煖味を增し 4, 5 兩段も稍〻煖を感ずるも 3 段以下は冷かなり	795
	25	3	55	2 段稍〻煖かさを感ずるに至る	895
	45	4	15	6, 8 兩段は掌を觸れ得ざる煖さとなれるも 1, 3 兩段は未だ殆ど煖味を感ぜず	930
1	00	4	30	7 段掌を觸れ得ざる熱さとなる	955
	15	4	45	2, 4 兩段掌を觸れ得ざるに至る	980
	30	5	00	內面に空洞に沿ひ又は之を橫斷して龜裂を生ず、最下段煖味を生ず	1,000
	55	5	25	內面の龜裂增加す	1,025
2	15	5	45	5 段も漸く手を觸れ得ざるに至る	1,050

20	5	50	3段手を觸れ難きに至る	1,060
30	6	00	消火	1,030
43	6	13	供試體を引出す	
44	6	14	注水始	
46	6	16	注水終	

3　試驗後の狀況

表面の變化——內面は一體に硬化して褐色を帶びたる事煉瓦に於ける如くなるも比較的輕微にして內側のタイルの加熱面の外殼の裏面には變化なき程度なり。

龜裂——內面に在りては縱橫に龜裂入り且外殼の剝離を來す如き龜裂多し。

直接に注水を受けしは第3段なるも注水によりて特に龜裂を增せし形跡はなく寧ろ溫度の高かりし上部に龜裂夥しきを認む、表積みのもの(火に面せる方)は何れも龜裂入りして以て敲けば濁音を發する事勿論なるも裏積となるものは中にも濁聲を發するものあり、表積のものは試驗終了後取扱に際し龜裂無き箇所に於ても毀れたるもの多し。

斷面——變質は殆んど全く表面的なり。

4　試驗結果概要

加熱注水後外殼の剝落無かりしも內側のものは一體に質脆弱となり直接に熱を受けたる外殼には龜裂充滿せり、外面への熱の傳導も並燒一等煉瓦一枚半積と殆ど異る所なく手を觸れ難きに至れり。

7段の空洞煉瓦の下方の空洞中に厚約0.8糎の木片を挿入せしに煉瓦に接觸せる部分は黑褐色に焦げ又同じ煉瓦片の上方の空洞中に新聞紙を挿入せしに煉瓦に接觸せし部分は黑焦となり他は狐色に變ぜり但し空洞兩端は耐火モルタルを以て閉鎖せり又5段下方の空洞中に新聞紙を挿入し空洞の兩端を閉鎖せざりしに部分的に狐色に變ぜり。

5　附　　圖　　自第十五圖、至第十八圖

試驗 第六　木骨木摺打川崎式丸形鐵網張コンクリート塗人造石洗出仕上壁

大正十四年十一月七日試驗

1　供　試　體

木骨は米松三吋角及同二つ割を用ひ木摺打を爲し川崎式丸形鐵網十六番線ピッチ一吋のものを要所に力骨(徑八分ノ三吋鐵筋)を入れて張りたる上にコンクリ

ート（調合 1：2：4）を塗付け人造石塗下地としてモルタル（調合 1：3）を以て村直を爲し人造石洗出仕上となす其の總塗厚一寸二分なり。大正十四年三月供試體の製作を爲し同年十一月七日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	温度(C°)
午前 時	分	時	分		
8	45			B. 2. 點火	
9	20		35	內面中央下部約 0.1 平方米人造石塗剝落、外面全體に亙り煖味を生ず、外面下部に水分浸出す	400
	34		49	B. 1. 點火	530
	35		50	外面の煖味增し掌を觸れ得ざる部分を生ず	530
	38		53	外面上端より 60 糎下方の左端に長さ 16 糎の水平龜裂を生じ水分浸出す、其の附近最熱し	570
	40		55	外面下端より 36 糎上方の左端に長さ 10 糎の水平龜裂を生じ水分浸出す	580
	43		58	外面下端より 74 糎上方の左端に長さ 6 糎の水平龜裂を生ず、內面の煤煙消失す	585
	45	1	00	外面殆ど全面に亘り掌を觸れ得ざる熱さとなる、外圍下端より 48.5 糎上方の右端に長さ 16 糎、82 糎上方の右端に長さ 10 糎の水平龜裂を生ず	590
10	05	1	20	外面上端より 50 糎下方の右端に長さ 12 糎の水平龜裂を生じ水分僅に浸出す	710
	15	1	30	內面左上隅角に於て木部焰をあけて燃燒し始む	740
	30	1	45	供試體爐內に向ひ變曲す	815
	35	1	50	內面前記の剝落約 0.08 平方米增加す	
11	12	2	27	B. 1. 消火	870
	30	2	45	B. 2. 消火	830
	35	2	50	供試體を引出す內面の赤熱狀態直ちに消失す	
	36	2	51	注水始水壓前の各試驗の際より大なり	
	38	2	53	注水終	

3 試驗後の狀況及試驗結果概要

內面は注水の激しからざりし部分のみ人造石塗を殘留し其他は剝落せり、一帶に灰白色に變じ上塗中塗共薄層に分離し全然脫水して鐵槌にて輕く敲けば容易に剝離す。

內部コンクリート塗も脫水して質極めて脆弱となりしも鐵網の環中に喰込み居るを以て容易に脫落することなし。

直接に注水を受けたる部分は鐵網を露出するに至り最も激しかりし箇所はコンクリートも洗ひ去られて穿孔す。

鐵網には變化を認められず、川崎式丸形鐵網の環狀をなせるは脫水して脆弱となれるコンクリートをも能く保持して原形を保たしむるに效果多きを認む。

內部木材中木摺間柱は共に全く消炭狀に變ぜり、枠をなせる木材はコンクリートに接せる部分のみ變化なく他は間柱及木摺同樣に炭化せり枠材とコンクリートとに狹まれたる木摺にも變化なし。

外面のコンクリート塗、人造石塗共にやゝ乾燥せる外變化を認めず。

備考　本試驗の第七乃至第十の試驗及第十二の試驗は何れも準耐火構造とも稱すべき構造の壁體に關する耐火的價値を試驗するを以て目的としたるなり、然れども其の試驗體は何れも其の兩面にコンクリート塗を施し且上下左右の四面も亦コンクリート塗を施して內部の骨組たる木材は周圍全部がコンクリート塗となり其の中に密閉せらるゝことゝなり、實際の壁體と大に趣を異にせるものなりしなり、實際の壁體に於ては內部の木材が斯の如くに密閉せらるゝことはなく、假令漆喰其の他に依て覆はるゝものとするも其の兩面塗壁の間に挾まるゝ部分には相當に空氣の流通するものあるべく本試驗に於ける如く全く空氣の流通を遮斷せられたるものとは大に其の結果を異にせるものあるべきこと推定せらる、依て其試驗は壁體としての耐火的價値の調査に對しては欠如せる點ありて失敗に終りたるものと考へらる、但し本試驗は偶然にも斯の如き構造より成る防火扉としての試驗を行ひたる結果となり此の點に付ては相當なる參考材料を提供し得ることゝなりたるなり、壁體の準耐火構造に對しては他日別の試驗體を作製し同樣なる試驗を行はんことを期す。

4　附　　圖　　自第十九圖、至第二十二圖

第三十二圖の左半に示す時間溫度曲線は次の如し

1……外氣の溫度

2, 3, 4……供試驗體の上、中、下、各部に石膏にて貼附せる寒暖計の溫度

5……爐壁（耐火煉瓦一枚積）の外面に貼附せる寒暖計の溫度

以上何れもの水銀寒暖計を用ふ試驗第七以後に於ても同樣なり。

試驗 第七 木骨川崎式丸形鐵網張モルタル塗壁

・大正十四年十一月十日試驗

1 供試體

木骨は米松三吋角及同二つ割を以て作製し川崎式丸形鐵網十六番線ピツチ一吋のものを要所に力骨（徑八分の三吋鐵筋）を入れて張立てたる上にモルタル（調合1：2）塗塗厚一寸二分とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月十日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
8	50			B. 2. 點火	
9	17		27	內面中央部に於て全面の約三分の一の面積爆音を伴ひて剝落す	380
	25		35	外面下端より85糎上方に長さ52糎の水平龜裂を生じ水分浸出す、外面中央部に煖味を感ず	420
	30		40	外面中央の水平龜裂擴大す、水分の浸出增加して外面の右端に沿ひて流下するに至る、又下端より縱の小龜裂を生じ水分の浸出を伴ふ	435
	35		45	上端を除き餘外面煖かし下端より水蒸氣噴出す	455
	40		50	B. 1. 點火	480
	45		55	下端右方よりの水蒸氣の噴出盛にして中央右端の稍々上方にも水分浸出す全面に亙り掌を觸れ得ざる熱さとなる	520
10	05	1	15	外面の龜裂に浸潤せし水分稍々減少す	670
	30	1	40	外面龜裂部分の水分減少して只僅に龜裂內に殘れるのみ	795
	35	1	45	外面の熱さ指頭をも觸れ難きに至る	795
11	20	2	30	B. 1. 消火	865
	40	2	50	外面の水分殆と全く消失す B. 2. 消火、內面の剝落箇所は其後變化なし只右邊に沿ふ縱龜裂と中央部にまた縱龜裂を認むるのみ	820
	43	2	53	注水始	
	45	2	55	注水終	

3 試驗後の狀況及試驗結果概要

內面モルタル塗全面に亙り全厚を通じて脫水して白色勝となり特に表面は黃褐色或は淡肉紅色に變ず。

剝落せるは中塗迄にして下塗に及ばず。

上塗は指頭にて崩し得れども中途以下は鐵槌を以てせざれば崩し難し。

鐵網には變化の認むべきもの無くモルタルとの附着極めて良好にして脫離せしむること容易ならず。

木骨は外面側の小部分を殘して他は全く焦げ落ちたり。

外面のモルタル塗には何等の異狀をも認められず。

4　附　　圖自第二十三圖、至第二十六圖

試驗 第八　木骨鈴木式鐵網張モルタル塗壁

大正十四年十一月十二日 試驗

1 供　試　體

木骨は米松三吋角及同二つ割を用ひて作製し鈴木式鐵網（二十八番）を張立てたる上にモルタル(調合1：2)塗とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月十二日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
8	15			B. 2. 點火	
	35		20	內面下端より三分の一位の高さに約 0.3 平方米の剝落あり	420
	45		30	內面上端より約 45.5 糎の位置迄約 0.2 平方米の剝落あり、同し高さに於て全幅を通して剝離せるも針金に支へられて墜落せず無數の表面的網狀龜裂を認む外面全面に互りて煖味を感ず	465
	55		40	外面右端に五ケ所左端に一ケ所長さ何れも 4～9 糎に至る水平龜裂を生じ水分浸出す	530
10	10		55	內面の煤煙全部消失す	650
	20	1	05	B. 1. 點火	670
	25	1	10	外面の溫度上昇して掌を觸れ難きに至る	710
	40	1	25	外面の熱さ掌を觸れ得ざるに至る	770
	50	1	35	外面指頭をも觸れ得ざるに至る	825
11	00	1	45	外面所々に小龜裂を生じ水分浸出す	865
	45	2	30	消火	865
	48	2	33	供試體引出	
	50	2	35	注水始	
	52	2	37	注水終	

3 試驗後の狀況及試驗結果概要

內側は下地モルタル塗脫水して白色勝となり表面黃褐色或は淡肉紅色に變ず、上塗は指頭を以て崩すことを得れども中途以下は鐵槌を以てせざれば毀ち得ず。

鐵網には別に異狀を認めずモルタルの附着比較的良好にして自然に脫離せる箇所なし。

木骨は枠材の外測の小部分を殘留せるのみにて他は全部焦げ落ちたり。

外側のモルタル塗は何等異狀なし

4 附　　圖　　自第二十七圖、至第二十九圖

試驗 第九 木骨エキスパンデツドメタル張モルタル塗壁

大正十四年十一月十六日 試驗

1 供　試　體

木骨は米松三吋角及同二つ割を以て作製しエキスパンデツドメタルを張立てたる上にモルタル（調合 1：2）塗とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月十六日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻 午前 時	分	經過時間 時	分	觀測記錄	溫度 (C°)
10	45			B. 2. 點火	
11	57	1	12	B. 1. 點火	470
0	00	1	15	外面左端より 45.5 粍の位置に長さ 15 粍の水平龜裂を生じ水分浸出す、稍煖味を感ず	490
	05	1	20	外面左端上より 48.5 粍の位置に長さ 5 粍又右端下より 51.5 粍の位置に長さ 15 粍の水平龜裂を生じ水分浸出す	500
	20	1	35	外面略々手を觸れ難きに至る	590
	30	1	45	外面右端上方の龜裂著しく進行す	590
1	20	2	35	外面全體に亙り掌を觸れ得ざる熱さとなる	800
	50	3	05	外面の溫度上昇して指頭をも觸れ得ざるに至る	870
2	03	3	18	外面の水分乾燥す	890
	20	3	35	消火 內面は中央部に長さ約15粍の水平龜裂を生ぜる外變化を認めず 直ちに供試體を引出す	915
	29	3	44	注水始	
	31	3	46	注水終	

3　試驗後の狀況及試驗結果概要

內面のモルタルは一樣に脫水して表面的に薄く剝落せる外水平並に垂直に大龜裂を生ぜりモルタルは表面がやゝ黃褐色と化し他は大體灰白色を帶ぶるに至れる事他の試驗に於けると同樣なり、脫水せるモルタルの堅さは鐵槌を以て破壞し得る程度なり。鐵網はやゝ質脆弱となれるが如くモルタルとの附着は比較的良好にして容易に剝離せず。

內部木材は框は加熱側の半分、間柱は全部焦げたり。

外部のモルタル塗には變化を認めず。

4　附　　圖　　自第三十圖、至第三十二圖

試驗 第十　木骨木摺打菱形鐵網張モルタル塗ロツクスタツコ仕上

大正十四年十一月十九日 試驗

1　供　試　體

木骨は米松三吋角及同二つ割を以て作製し木摺打をなしたる上菱形鐵網(九番)を張立てモルタル(調合 1：2)塗の上ロツクスタツコ仕上とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月十九日試驗施行

2　加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
11	20			B. 2. 點火	
〃	55		35	內面下端約 0.2 平方米上塗剝落	320
0	00		40	外面全體に亙り煖味を生ず	345
	20	1	00	外面長く掌を觸れ得ざる箇所を生ず	400
	25	1	05	內面下端より高さ約60糎の箇所に於て左方幅の半分に亙り水平龜裂生じ上塗剝離せるが如し(墜落せず)	425
	30	1	10	B. 1. 點火	450
	45	1	25	外面全體に亙り長く掌を觸れ得ざるに至る、內面下部の剝落稍增大す	545
	55	1	35	外面全體掌を觸れ難し	640
1	30	2	10	內面全體に小龜裂を生ず	795
	45	2	25	外面の溫度上昇して指頭を觸れ得ざるに至る	830
〃 2	00	2	40	內面全體に縱橫に龜裂を生ず	880
	30	3	10	消火 木部盛に燃燒しつゝあり、所々より火焰を噴く	880
	33	3	13	供試體を引出す	

40	3	20	注水始 注水ト同時ニ上塗全部剝落
42	3	22	注水終 外面にも龜裂を生ず

3 試驗後の狀況及試驗結果概要

內面上塗及中塗は注水と共に殆ど全く剝落して下地モルタル塗を露出す、下地モルタル塗は全く脫水して蒼灰色を呈し其質脆弱となりて指頭を以て崩す事を得べく鐵槌を以て敲けば網目に沿ひて龜裂を生じモルタルは容易に鐵網より脫離す下地鐵網は概して稍酸化し折斷し易し。

側面には剝落起らざるも上塗は全く灰狀に變じ指頭を以て摩擦すれば忽ち粉末となる中塗は稍固きも取毀すと共に墜落せり。

木摺は內外共消炭狀となり內面モルタル塗を取毀すと共に崩落せり、間柱も全く炭化し枠材は外面モルタル塗に接する部分を殘して他は炭化せり。

外面色澤變化なし、二三ヶ所微細なる龜裂あり、下方左端近くに斜に長 45 糎幅 1 粍の龜裂注水と同時に生ぜり。

4 附　　圖　　自第三十三圖、至第三十五圖

試驗 第十一 土　　藏　　壁

大正十四年十一月二十七日 試驗

1 供　試　體

骨組は米松三吋角及同二つ割にて組立て、塗下地方舞竹は眞竹を用ひ竪橫共棕梠繩にて搔付け繩は瘤結として切下げ、塗土は粘土と荒木田とを混じ藁苞を入れて荒打をなし乾燥を待ちて繩卷し荒木田七分砂三分にて之を摺込み村直し中塗上塗をなして總塗厚三寸とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月二十七日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度 (C°)
午前 時	分	時	分		
0	40			B. 2. 點火	
1	25		45	B. 1. 點火	355
	35		55	煤煙に蔽はれたる內面に蜘蛛狀の龜裂白く現はる（試驗前より存せるものなり）	470

	55	1	15	内面の煤煙全部消失し非常に細き網狀龜裂を生じ漆喰塗は反曲して剝離せんとす	590
3	45	3	05	外面上部三分の一煖さの感ず	865
	55	3	15	外面上部二分の一煖さを感ず	885
4	05	3	25	消火 上半には一面に細かき網狀龜裂を生じ下半には其中心より蜘蛛の巢の如く主要龜裂が放射しその間に網狀龜裂を生ず（蜘蛛巢狀龜裂は試驗前より存在せるものなり）	915
	15	3	35	供試體を引出す	
	17	3	37	注水始	
	19	3	39	注水終	

3　試驗後の狀況及試驗結果概要

保存の惡しかりしと運搬の困難なりしとのために試驗前に既に小破せること等三十七圖に見るが如し。

試驗後は上部約四分の一と下端小部分とを殘して上塗漆喰剝落す、放射狀の龜裂に沿ひて稍深く掘れたり。

塗土の變化を見るに深さ約3糎は煉瓦色それより約3糎は瓦色に變じそれより內部には變色なし。

木骨、竹材及繩、藁苆共概して何等の變化をも受けざるも上半の主として左半分の木材及竹材が燃燒せるは上端或は側面隅角の破壞せる箇所よりは引火せるものなるべし。　自第三十六圖、至第三十九圖

4　附　　圖

試驗 第十二　木骨ハイリツプ張モルタル塗壁

大正十四年十一月十六日 試驗

1　供　試　體

木骨は米松三吋角及同二つ割を以て作製しハイリツプを張立てたる上にモルタル（調合 1：2）に塗とす、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十一月十六日試驗施行

2　加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	温度(C°)
午前 時	分	時	分		
9	48			B. 2. 點火	
10	05		17	外面上部に稍々煖味を生ず	400
	08		20	B. 1. 點火	480
	10		22	外面上半煖くなる	480
	15		27	外面下部高約 30 糎の部分を除きて全面煖し	540
	25		37	内面上半に網狀龜裂を認む	615
	35		47	外面長く掌を觸れ難き熱さとなる	595
0	30	2	42	消火	830
				内面には何等著しき變化を認めず、外面に浸潤せる水分は殆ど全く乾燥せり	
	37	2	49	供試體を引出す、同時に内面は暗色となる	
	38	2	50	注水始	
	40	2	52	注水終	

3 試驗後の狀況及試驗結果概要

内面上塗は然ど全部剝落し殘留せる部分は淡黃褐色乃至淡肉紅色に變ぜり中塗は帶青灰色にして所々剝落す、下塗は淡肉紅色を帶ぶ。

中塗と下塗との密着は良好にして鐵槌を以て漸く剝離せしめ得べし、脫水は全厚に及ぶ質はやゝ脆弱となれるも指頭を以て摩擦するも粉末となし難し。

鐵網は變化認められず。

外面は變質を認めず、鐵網のリブの位置に水平龜裂あり。

木骨はモルタルに接せざる部分は炭化せり。

4 附 圖 自第四十圖、至第四十二圖

試驗 第十三 鐵筋コンクリート(厚四寸)壁

大正十四年十二月五日 試驗

1 供 試 體

鐵筋は軟鋼丸棒徑八分の三吋のものを用ひ縱橫各一尺間に配置し各交叉箇所は鐵線にて結束しコンクリート(調合 1:2:4)をエゾ板割製假枠中に打込み凝固せしめたり、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十二月五日試驗施行

2 加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記錄	溫度 (C°)
午前 時	分	時	分		
9	20			B. 2. 點火	
	36		16	內面やゝ黑色を帶び（煤煙の附着なし）網狀に白線を認む表面の小龜裂なるが如し	455
	40		20	外面所々に水分浸潤す特に下半に甚し	470
	50		30	B. 1. 點火 外面煖みを生じ始む、水分の浸潤增しつゝあり	485
	55		35	外面水分の浸潤益々增加し下半は殆全面積に亘り猶毛細龜裂より發泡しつゝあり	500
10	05		45	外面水分の浸出盛にして湯氣立ちつゝあり	565
	20	1	00	外面掌を觸れ難き溫度となる	685
	30	1	10	外面の水分所々乾き始む、內面異狀なし	735
	35	1	15	外面水分の乾燥進行急速となる	705
	40	1	20	外面水分大半乾燥す	795
11	30	2	10	外面に浸出せる水分全部乾燥す	990
12	00	2	40	內面所々に網狀龜裂を生じ剝落の傾向あるを認む	
	45	3	25	消火 內面の龜裂は融着せるならむか、僅に認めらるるのみ砂利は著しく膨れ上れり	1,050
	51	3	31	供試體を引出す	
	59	3	39	注水始	
1	01	3	41	注水終	

3　試驗後の狀況及試驗結果概要

表面の變化——加熱面左半分は一帶に黃土色を呈す砂利は膨脹して表面に突出し甚しきは將に落ちんとせるものあり、すべて暗褐色に變じ光澤を有し內部は海綿狀となり灰黃色の光澤を有す、猶砂も砂利に準じて黃褐色に變化せり、右半分は殆んど全面熔融して褐色の光澤を生じ黃土色の部分はかすかに殘留せるのみ、砂利の膨れ上り甚しく指頭にて壓せば容易に崩壞するものあり、外面の表面には變化の認むべきものなし。

內部の變化——黃土色に變化せるは極めて表面的にして深さ3粍を越すことなし、右方半分に於ては同じ深さ迄綠褐色に變ず、熔融も極めて表面的にして甚しき箇所にて漸く6粍位に過ぎずすべて海綿質となれるも砂利の中には光澤なき白色を呈せるものあり。表面の變化の輕微なる部分は只黃褐色に變ぜるのみ、其れより厚さ5粍位迄は概してサーモンレッド色を帶び砂利共に質脆弱となり指頭を

以て崩し取り得る箇所あり、次層厚さ約4糎は黄色を帶び略々脫水せるが如し、上記以上の深さに大なる變化なし。

鐵筋――鐵筋とコンクリートとの附着は概して薄弱となり鐵筋は表面的に薄くスケールせり。

備考　本試驗及第十五の試驗は共に鐵筋コンクリート造壁體の耐火價値に關する重要なるものなり、而して其の結果は此の壁體が猛火に曝さるゝに當り何等其の裏面に影響なく壁體も安全なることを觀るを得たり、而して本試驗に於ては火に曝されたる面は表面的に變化を生じ其の表面に近く鐵筋あるときは鐵筋には何等異狀なきもコンクリートと鐵筋との間の附着力を害し到底當初の强度を保持するを得ざることを示せり、若し斯の如くんば長時間猛火の中にありて攝氏千度以上に達せる場合には其の以後其の儘再び之を使用せんとするには特別の考慮を拂ふ必要あることを示せり、之を實際の火災の場合に就て觀れば火災後コンクリートの表面が第四十五圖又は第四十七圖の如き著しき變化を生じたるは去る大正六年大阪に於ける東京倉庫の爆破の際に於けると大正十二年の大震火災に際して深川の澁澤倉庫其の他數箇の例に觀たるに過ぎずして大震火災の當時火災の危に會したる多くの鐵筋コンクリート造の構造物は斯の如き程度には至らざりしなり、こは火災の時の溫度が千度以上に上ることあまり多きに非るか、或は又溫度千二百度に達したるものにありても本試驗に於けるが如く長時間猛火に曝されしに非るか、少くとも實際建築物に於てはコンクリートの表面が本試驗に於けるが如く直接火焰に接するにあらずしてコンクリートの表面には漆喰塗を施し、或は又モルタル塗を施して其の表面が掩護せられある等幾多の異れる條件の下にあることが本試驗と實際の狀況とが符合せざる結果を生じたるものなるべし、此の事項は耐火構造の研究上最も重要なる事項に屬するを以て更に幾多の實驗を繰り返し其の原因を確めんとす。

4　附　　圖　　第四十三圖、至第四十五圖

試驗 第十四　鐵筋コンクリート（厚五寸）壁

大正十四年十二月十日 試驗

1　供　試　體

鐵筋は軟鋼丸棒徑八分の三吋のものを用ひ前後兩面に縱橫共約一尺間に配置し各交叉箇所は鐵線にて結束しコンクリート（調合 1：2：4）をエゾ板割製假枠中

に打込み凝固せしめたり、大正十四年三月供試體の製作をなし同年十二月十日試驗施行。

2　加熱注水中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記事	溫度 (C°)
午前 時	分	時	分		
11	10			B. 2. 點火	
	50		40	外面右下の部分に垂直に、左上に點狀に水分の浸出あり右下の水分浸潤箇所には毛細龜裂著し	490
	55		45	外面上部三ケ所、右端三ケ所、左端二ケ所水分の浸潤を生じ次いで毛細龜裂を發生しその罅裂より發泡しつつ水分を流出す	520
	58		48	B. 1. 點火	575
0	00		50	外面煖さを生ず、水分の流出多し	575
	15	1	05	外面水分の浸出益々多く盛に表面を流下す、全面煖くなる	695
	30	1	20	外面水分の浸出止み乾燥し始む	785
	45	1	35	外面水分の約半分は乾燥す	825
	55	1	45	外面水分大半消失し掌を觸れ得ざる溫度となる	895
1	10	2	00	外面水分殆ど全部消失す	920
2	00	2	50	內面一樣に網狀龜裂あり、所々可なり著しく開口して剝落の傾向ある箇所あり、砂利は白く光り膨れ上るものあり	1,020
	45	3	35	消火	1,075
3	03	3	53	供試體を引出す、表面暗色なり	
	04	3	54	注水始	
	06	3	56	注水終	

3　試驗後の狀況及試驗結果概要

試驗後の狀況は大體厚4寸のものと同樣なり上部は一帶に黃白色を呈して網狀の龜裂あり他は表面熔融せり、上記變色部の龜裂は最も深きものも約3粍に過ぎず所々に細かき砂利の褐色をなして膨れ上れるあり。

熔融程度は前回試驗の厚4寸のものより甚しく凹凸著しく又綠色を帶ぶ。

4　附　　圖　　第四十六圖及第四十七圖

試驗 第十五　コンクリート・ブロツク積壁

大正十四年十二月二十五日 試驗

1　供　試　體

調合 1：2：4 のコンクリートを以て製作せるコンクリート・ブロツク(厚六寸)

をセメント・モルタル(調合 1：2)にて積立て各繼目地には徑八分の三吋軟鋼丸棒を積込み化粧目地塗を施したるものなり、大正十四年三月コンクリートブロックの製作をなし同年十二月十九日供試體積立同二十五日試驗施行

2　加熱注水試驗中の經過概要

時刻		經過時間		觀測記事	溫度(C°)
午前 時	分	時	分		
10	35			B. 1. 點火	
	50		15	B. 2. 點火	420
11	15		40	外面第3段目と第4段目との間の水平目地龜裂す、目地より水分の浸出多し	640
	21		46	外面目地より水蒸氣噴出す、點々として所々に水分浸出し始む	705
	25		50	外面水分の浸出及水蒸氣の噴出增加す	690
	35	1	00	外面上方3段やゝ煖くなる	770
	40	1	05	外面に浸潤せし水分乾燥し始め水蒸氣の噴出益々甚し	785
	50	1	15	外面全體に亘りて煖くなる	855
0	20	1	45	外面水分の乾燥進む、4段目は掌を觸れ得ざる熱さなとる	935
	30	1	55	外面目地を除きて水分殆ど全く乾燥す	955
	45	2	10	內面セメントの薄層が所々龜烈し又砂利の膨れ上り始めしを認む、其他變化なきが如し	975
1	45	3	10	消火 內面は熔融せる如く一面滑かなる中に凹凸見ゆ、龜裂は網狀をなして白光を放つ	1,070
2	05	3	30	供試體引出し能はざるため原位置のまゝ注水を開始す	
2	07	3	32	注水終	

3　試驗後の狀況及試驗結果概要

內面——全面に互りて熔融し化粧目地も融着し厚約1粍は全面一體となれり、所々に膨れ上れる礫粒の突出1粍に達せるものあり猶發泡の痕らして小孔あり、全面橙皮狀を呈す、表面は暗綠褐色となり陶器の如き光澤を有し所々に暗赤褐色の斑點あり、白色の砂粒無數に點在す。

斷面——表面の變化は試驗第十五の場合と同樣なるも其の程度甚しく熔融の厚さは平均1粍に及び殆ど黑色をなす中に砂粒の白點を混ず、次層約2.5粍は熔融

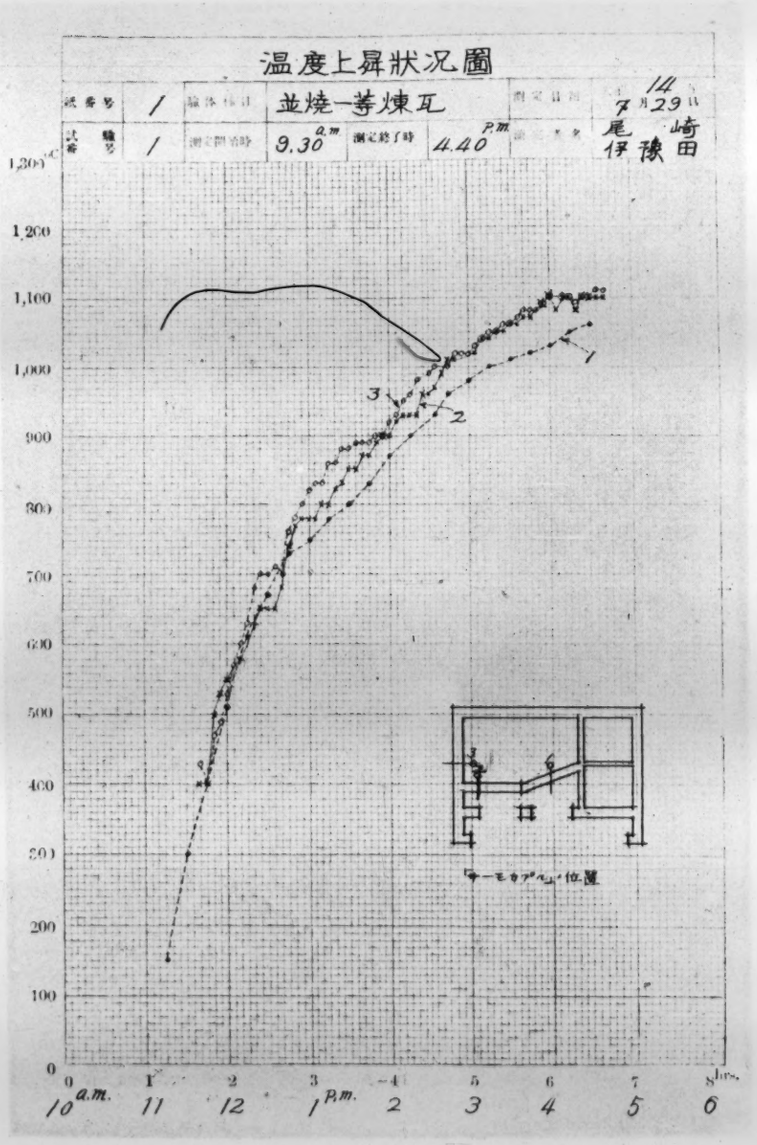
せざるも淡黄褐色を帯びたる灰白色となり粗鬆にして指頭を以て壓碎し得べく容易に砂利を脱離す、其の次の層約 2.5 糎は全く脱水せるも指頭にては壓碎し得ず鐵槌によれば容易に破碎し得べく淡肉紅色を帯びたる灰白色を呈す、其の次層約 2.5 糎は變化更に少く黄綠色を帯びたる灰白色を呈し鐵槌を以て容易に破碎することを得、上記より内部は殆ど變化なく加熱側に近き部分が槌打により濁音を發するのみ。

外面——何等の變化を認められず。

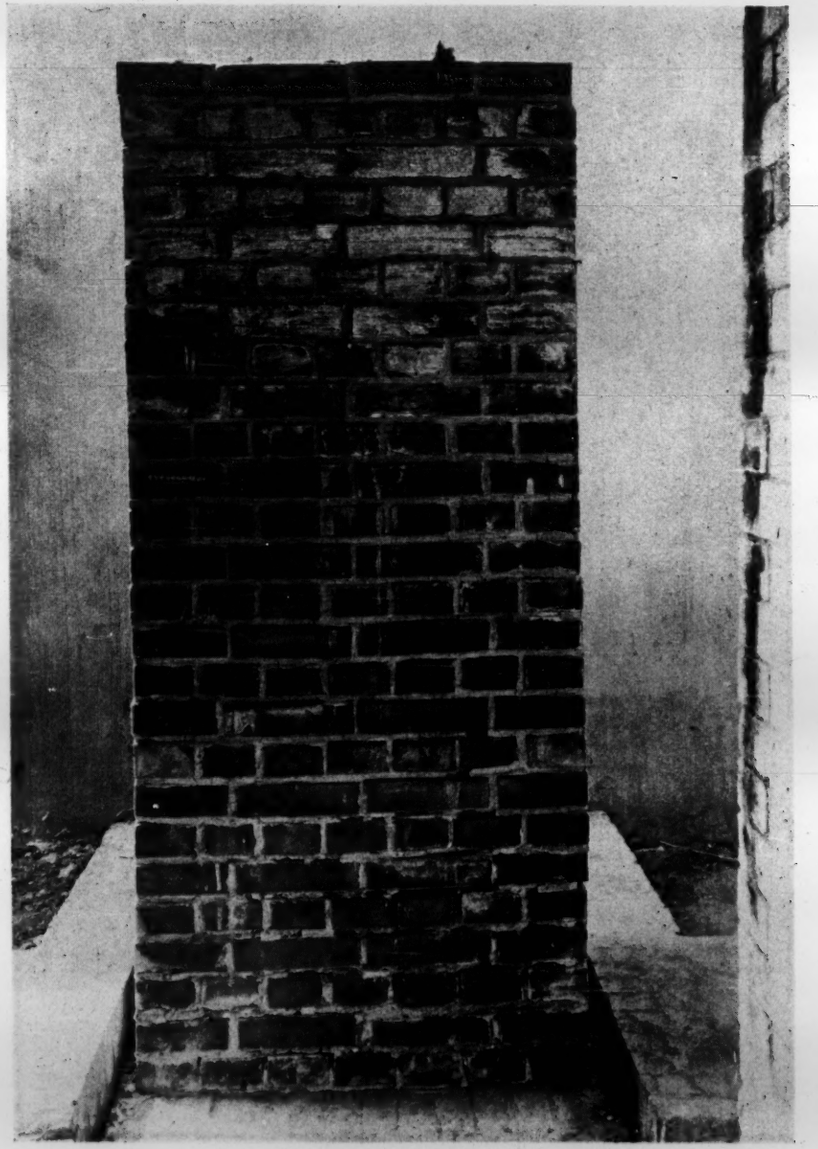
龜裂——ブロックの目地をなせる端面には加熱面に直角に走れる龜裂が 3 糎乃至 6 糎の間隔を置きて數條あり龜裂の幅は中央部に於て最大にして 0.5 粍兩端に於ては幅減じて消失す、又加熱面に平行に前記の變化を異にする諸層間に龜裂あり、加熱面を敲打するときは二三の層は薄片をなして剝離す。

目地——目地は堅固にしてタガネを以て漸く破壞し得べく鐵筋を取出すにも同じくタガネを用ふるを要せり。

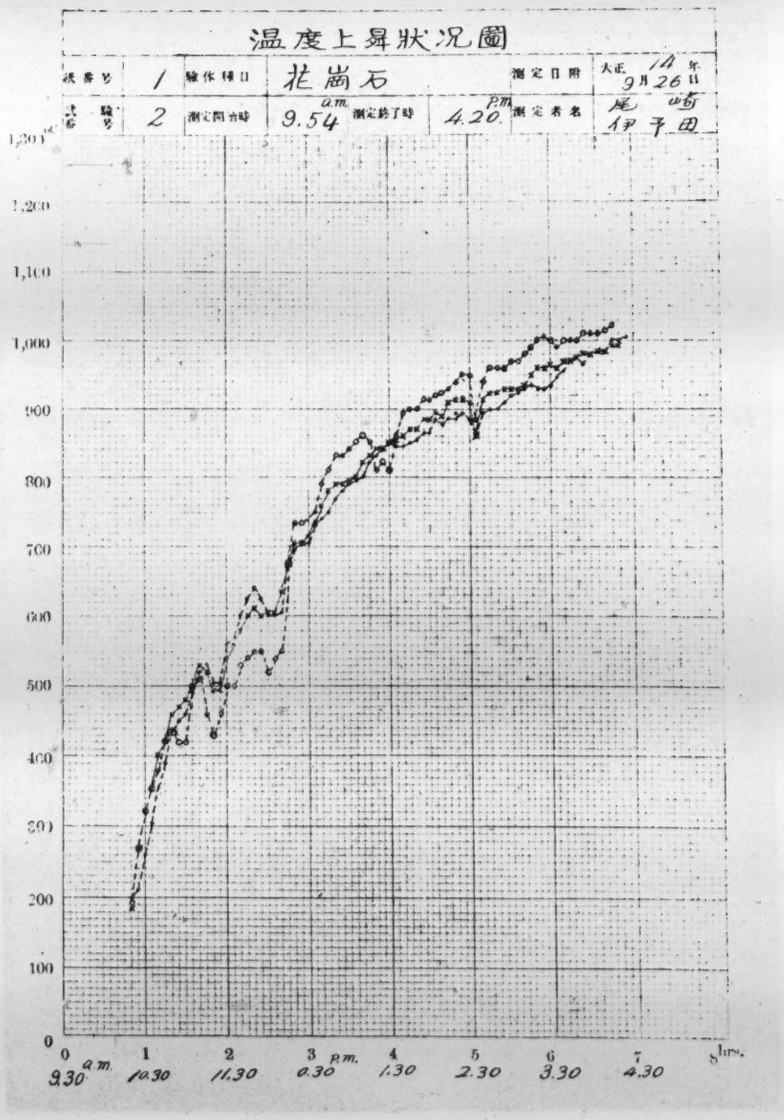
4　附　　圖　　自第四十八圖、至第五十一圖



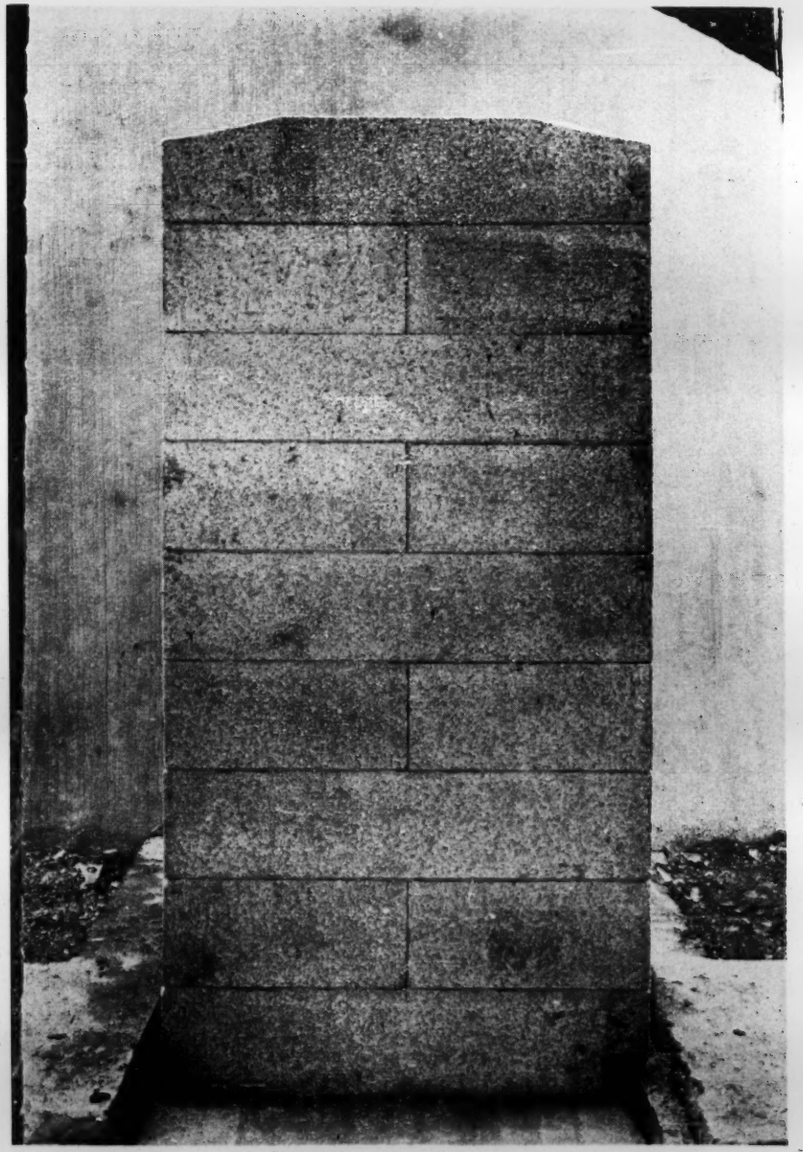
第二圖　試驗溫度及時間



第三圖　試驗後の加熱面
（數字は第六圖に示せる煉瓦のときを示す）

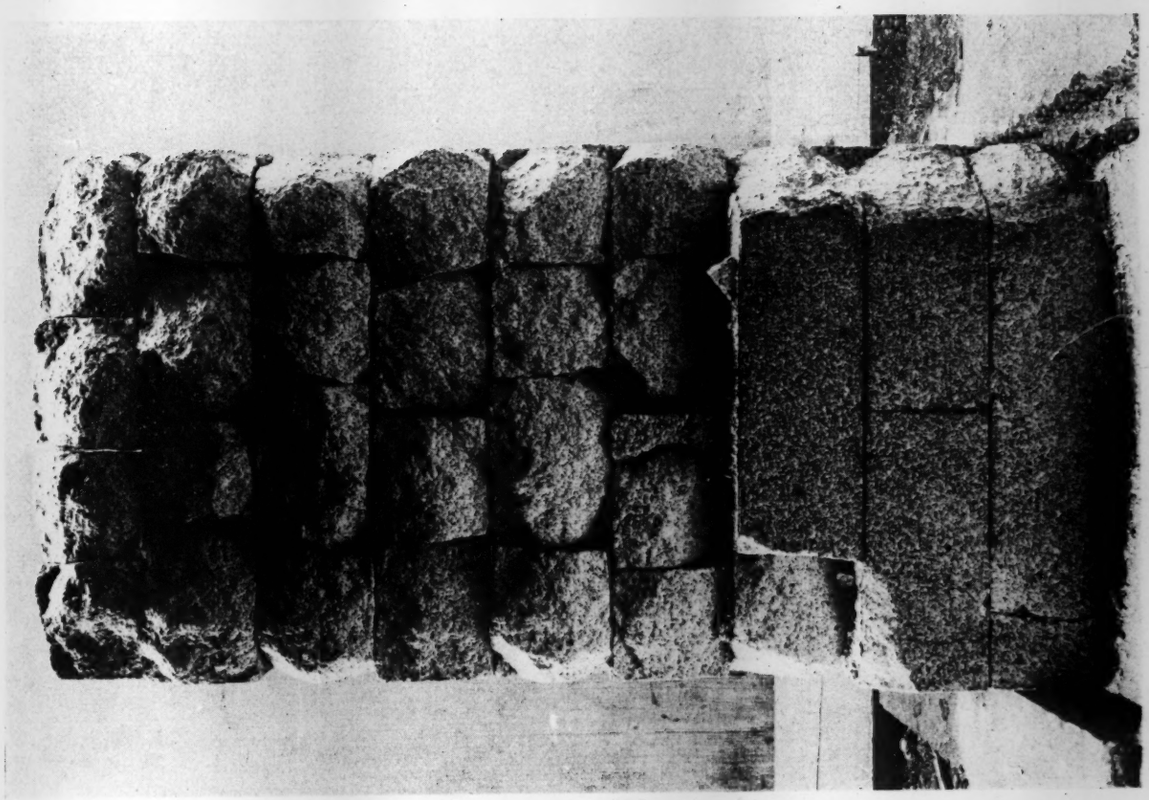


第四圖　試驗溫度及時間

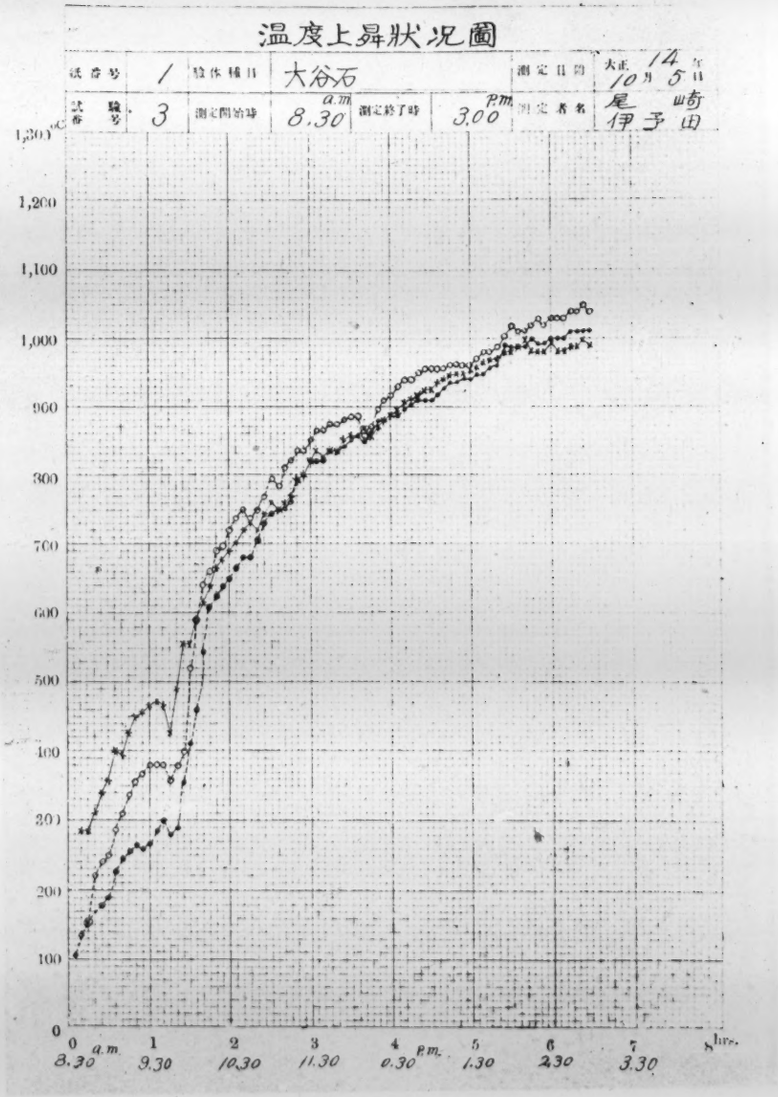


第五圖　試驗後の加熱面

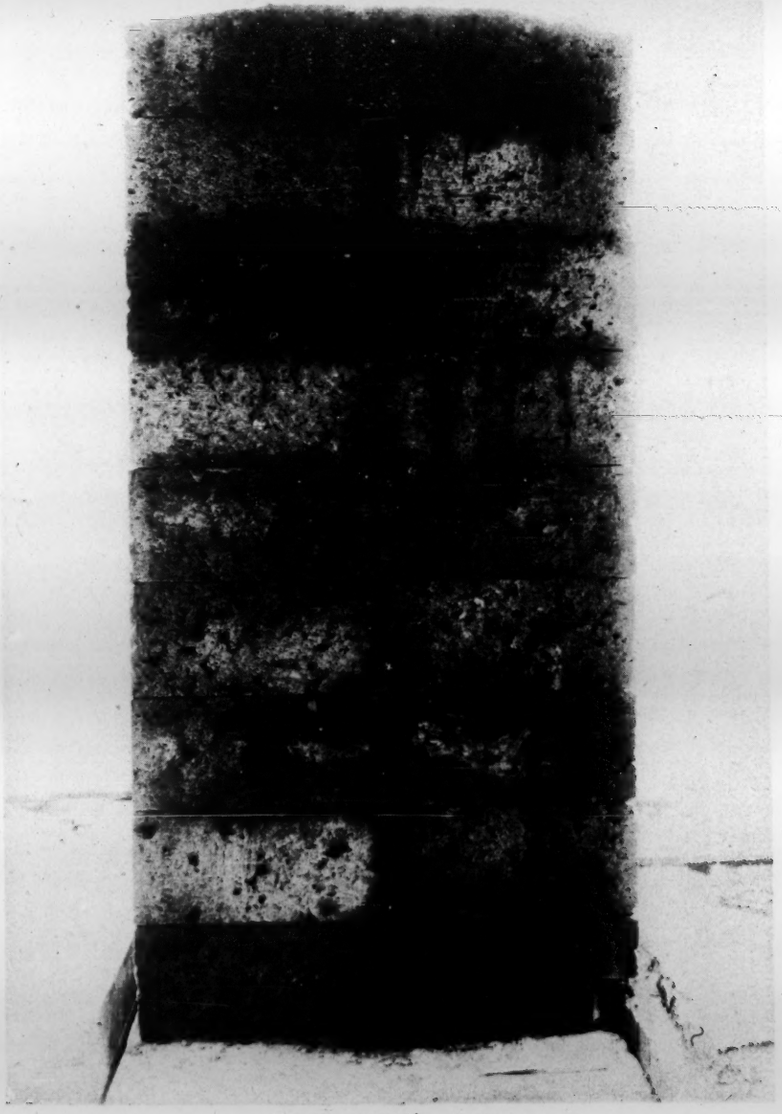
第七圖　剝離片を側面より見たるもの



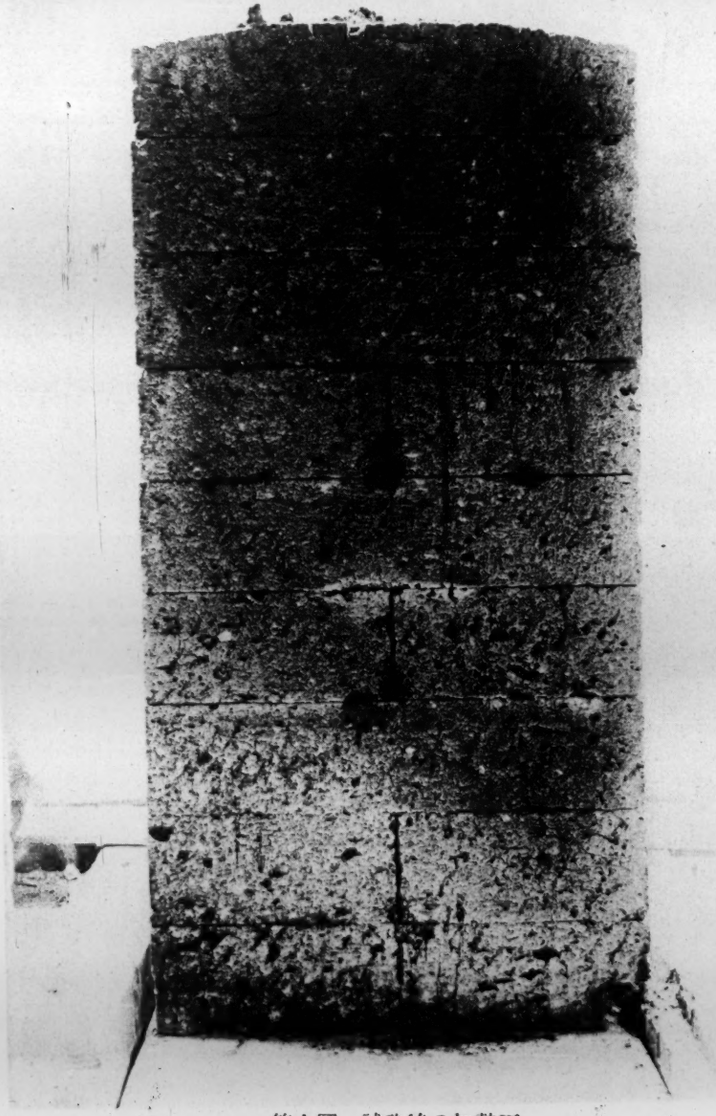
第六圖　試驗後の加熱面。上部は剝離片を取除きて剝離面を示す



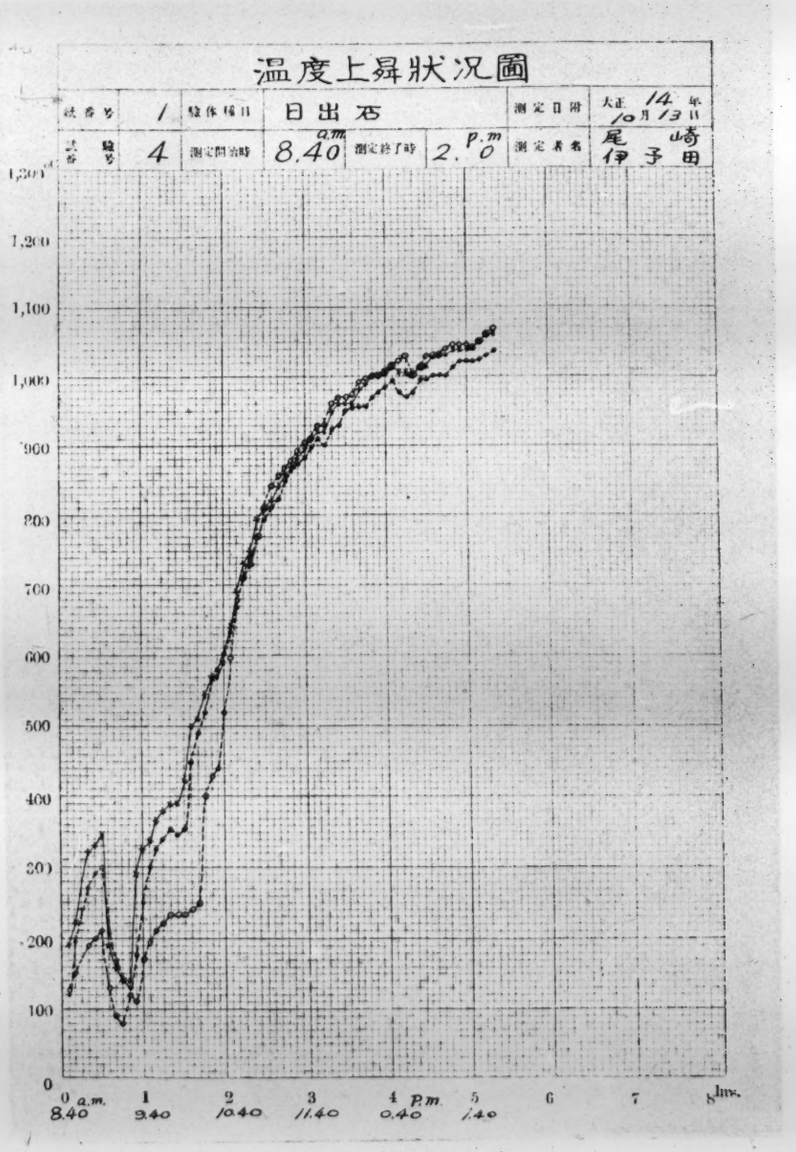
第八圖　試驗溫度及時間



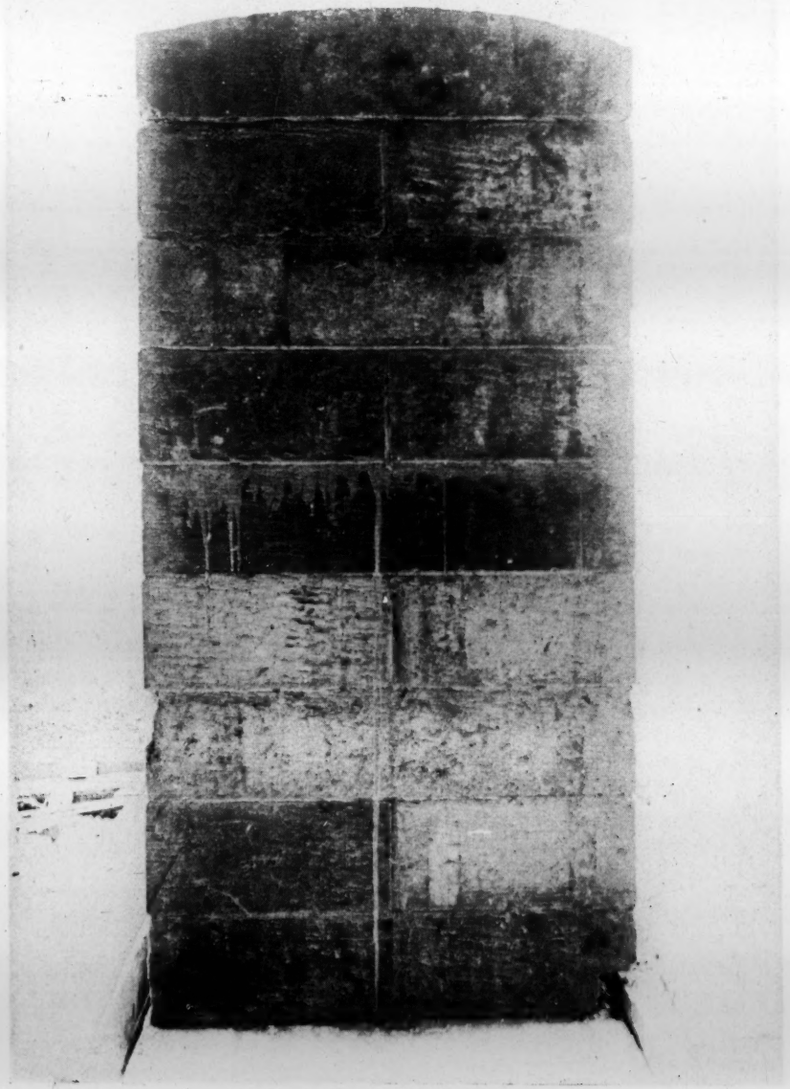
第九圖　試驗後の加熱面



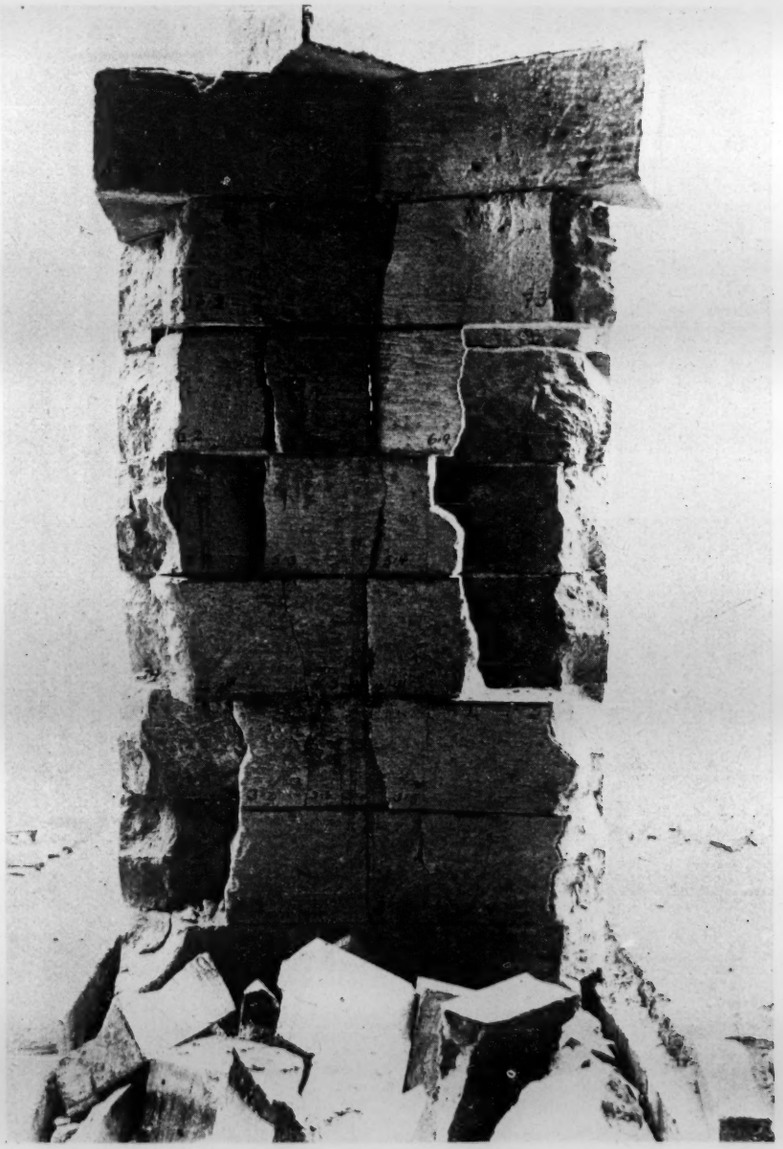
第十圖　試驗後の加熱面



第十一圖　試驗温度及時間

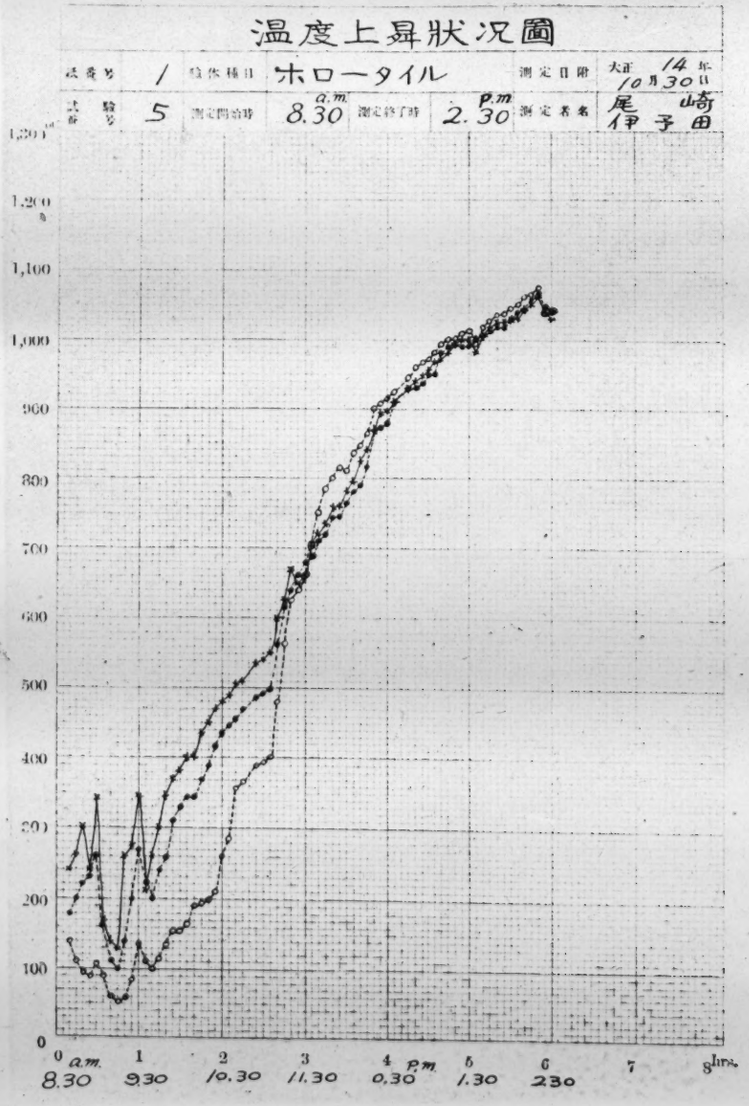


第十二圖　試驗後の加熱面

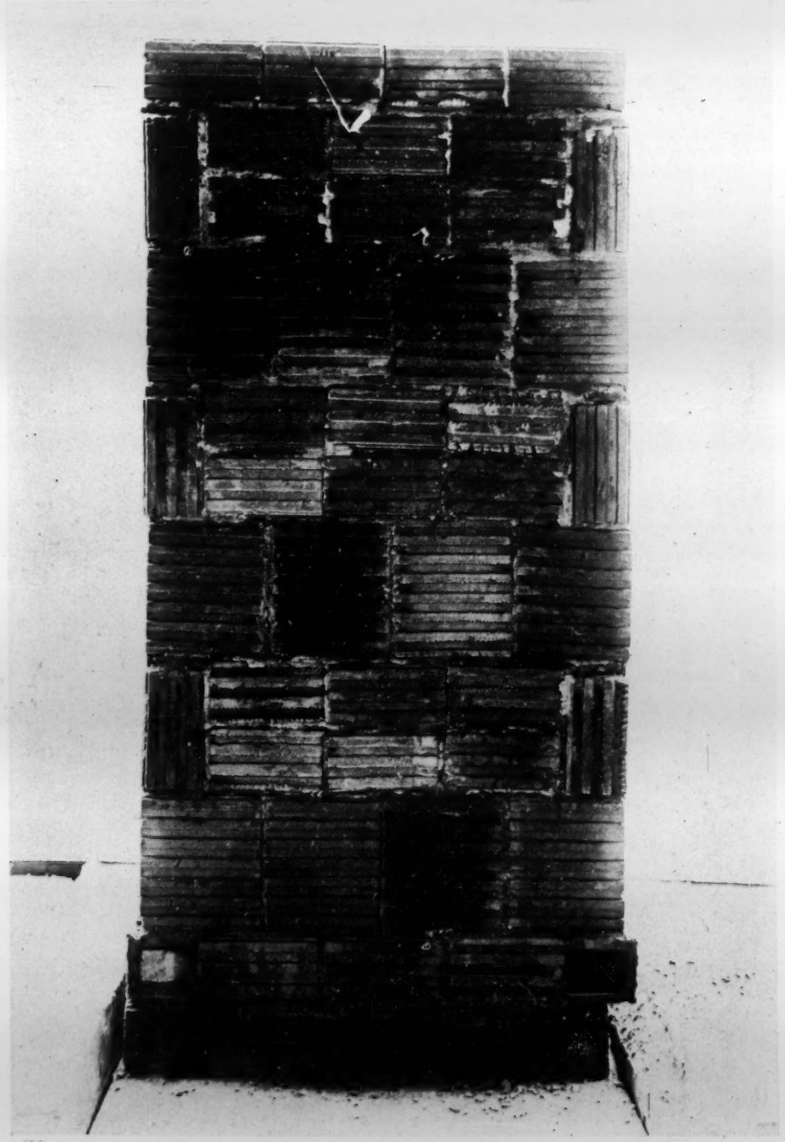


第十三圖　試驗後の加熱面
兩端の剝離は片供試驗體引出しの際に壁に引掛りて墜落せるものなり

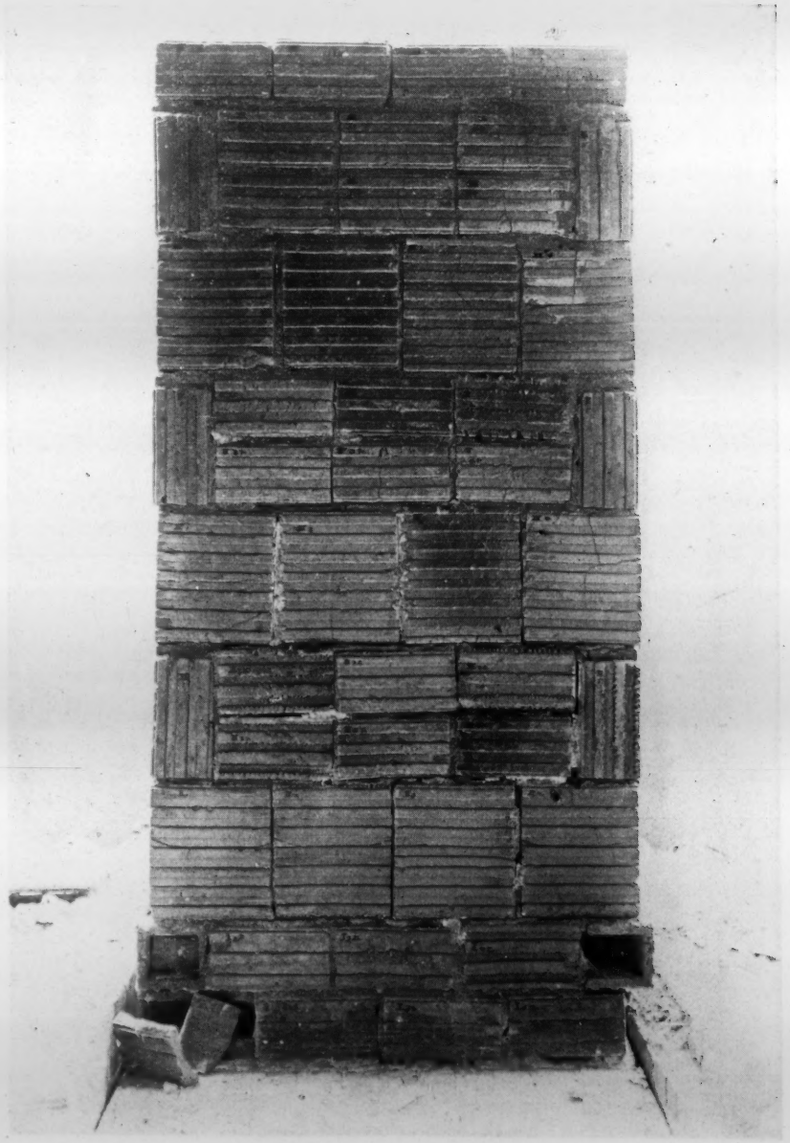
第十四圖　試驗後の七、五、四各版の剥離片七版にみゆる平滑なる龜裂は試驗後取扱により生ずる龜裂なり



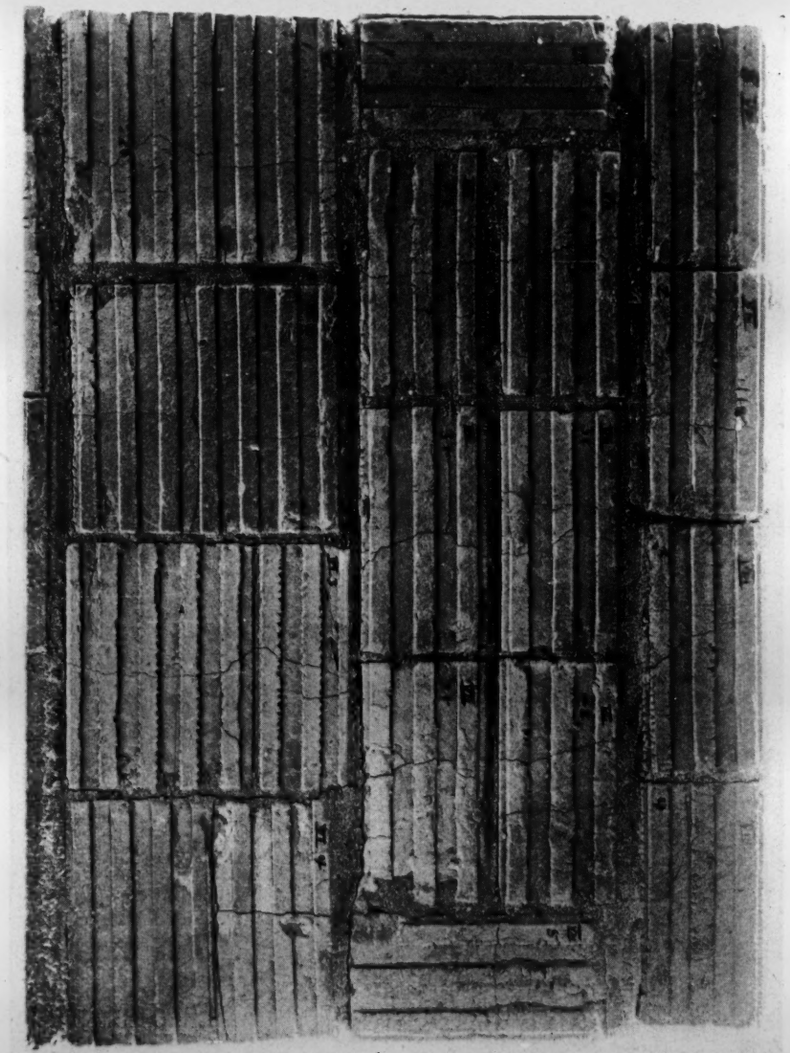
第十五圖　試驗温度及時間



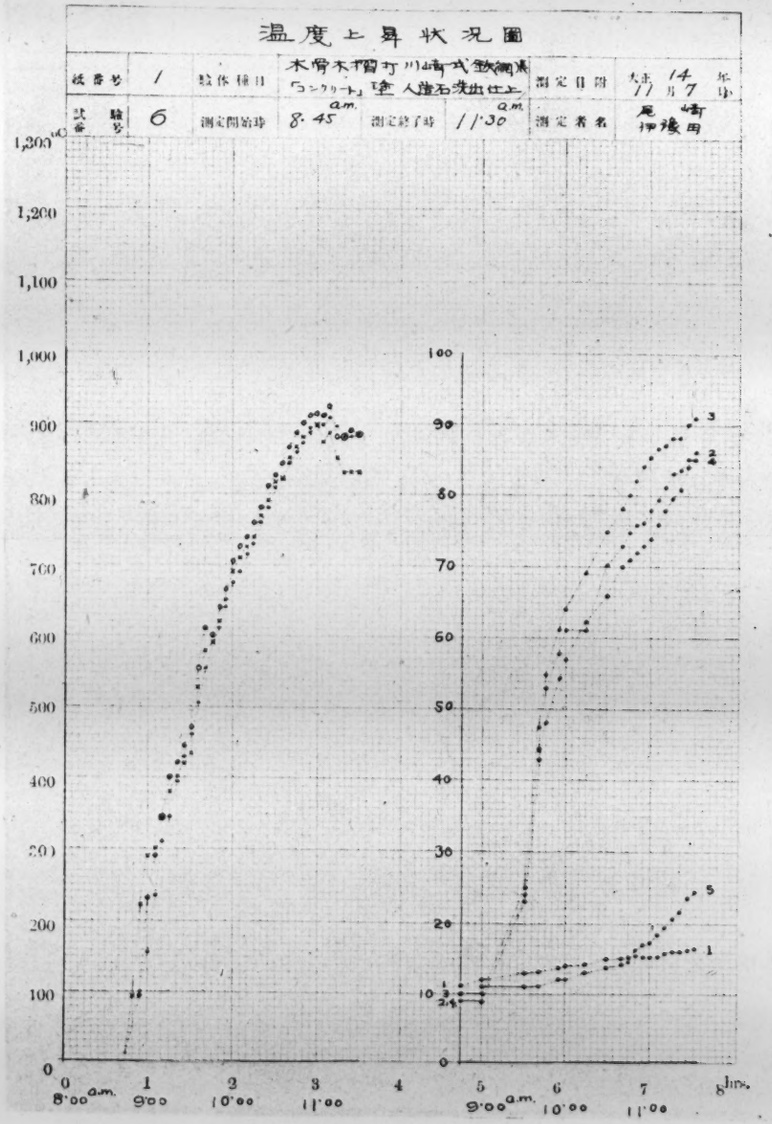
第十六圖　試驗後の加熱面



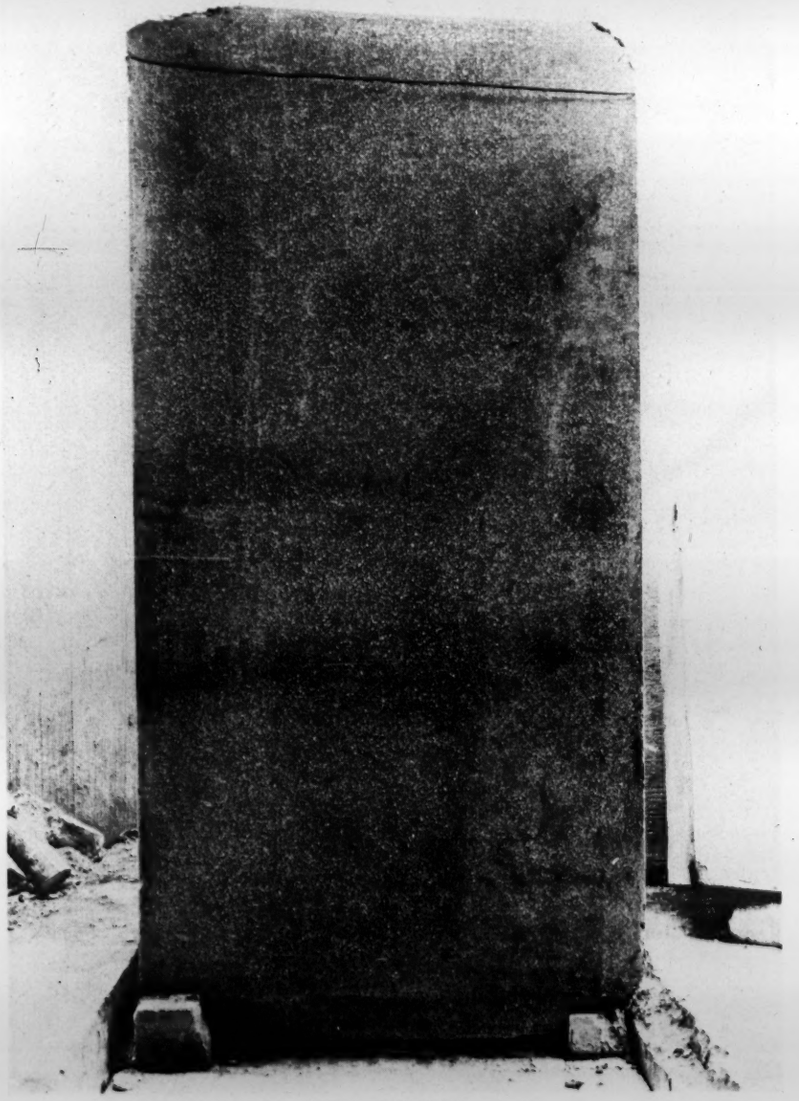
第十七圖　試驗後の加熱面



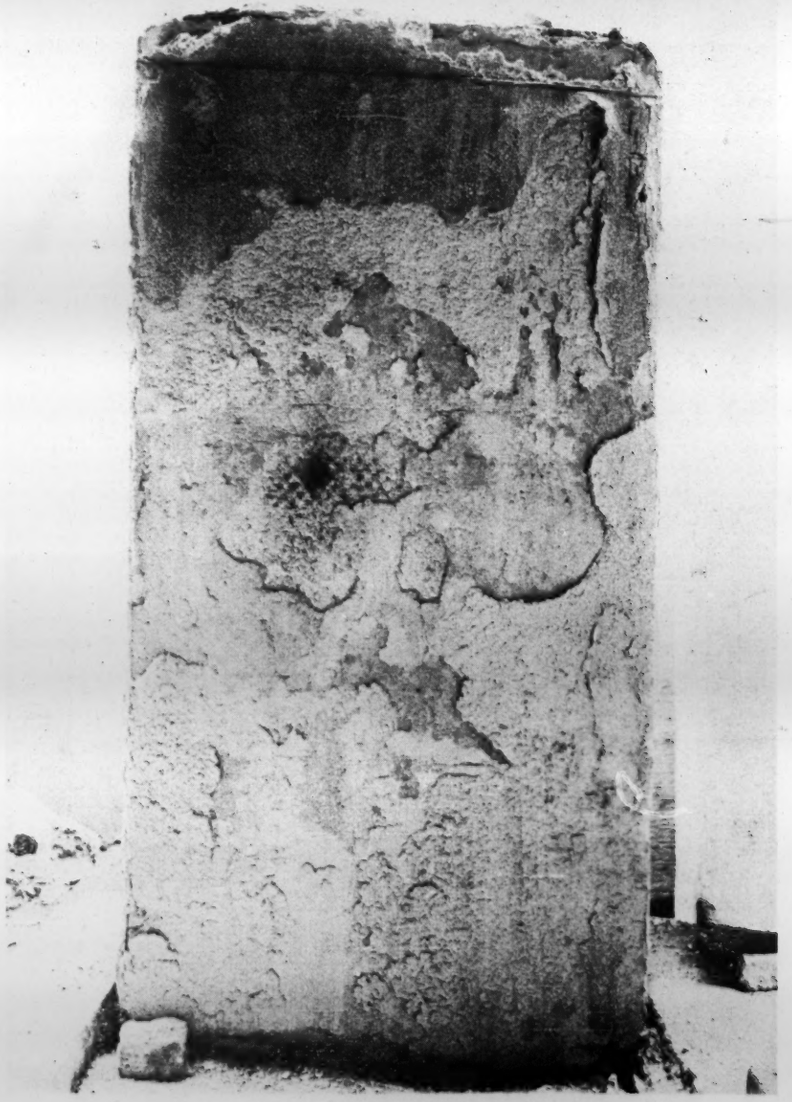
第十八圖　試驗後の加熱面上部



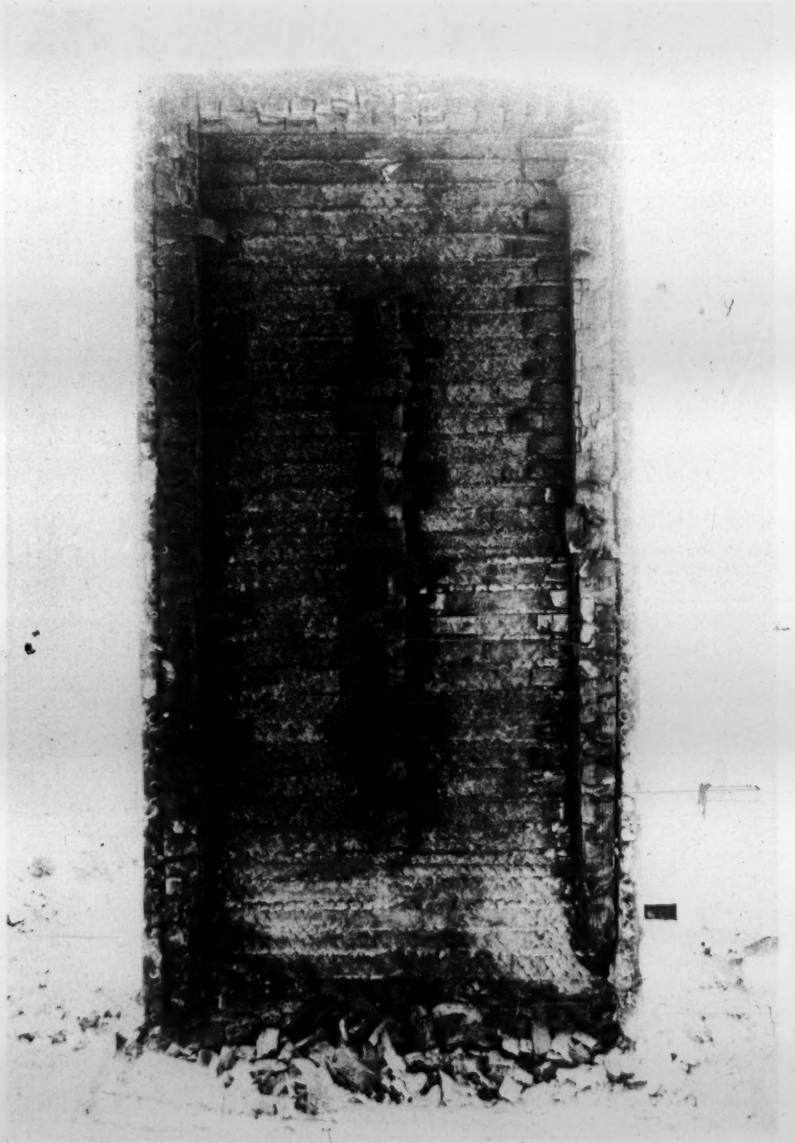
第十九圖　試驗温度及時間



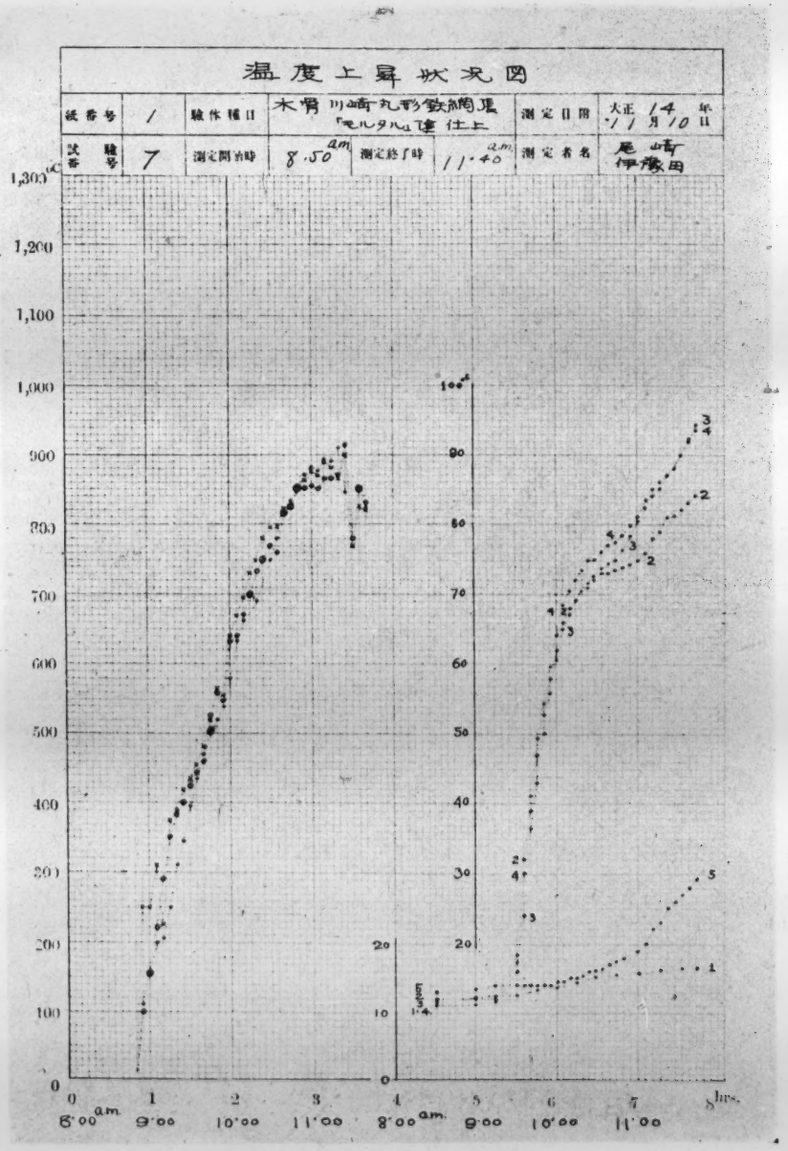
第二十圖　試驗前の加熱面



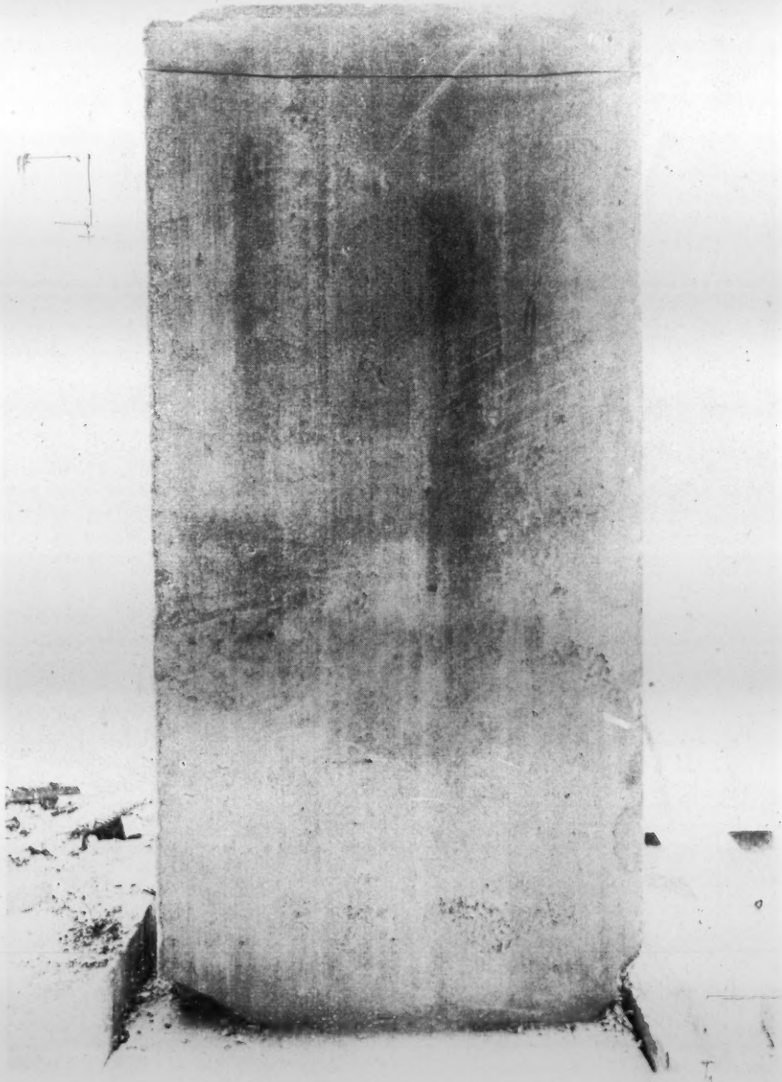
第二十一圖　試驗後の加熱面



第二十二圖　加熱面側のコンクリート全を取除きて内部を示す

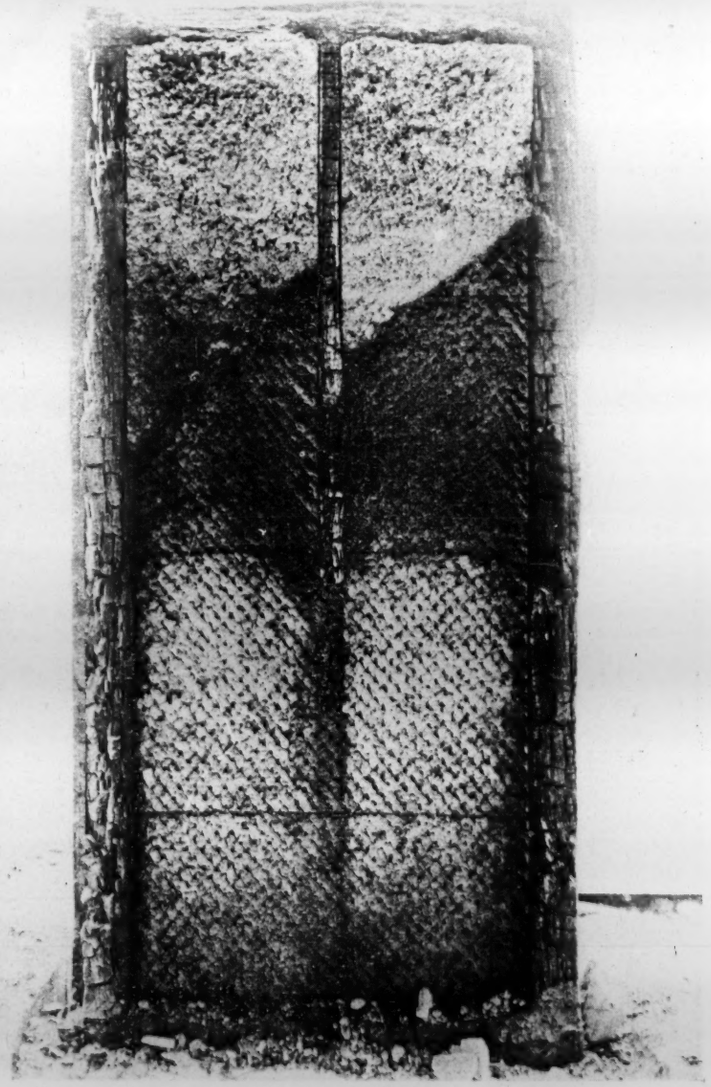


第二十三圖　試驗温度及時間

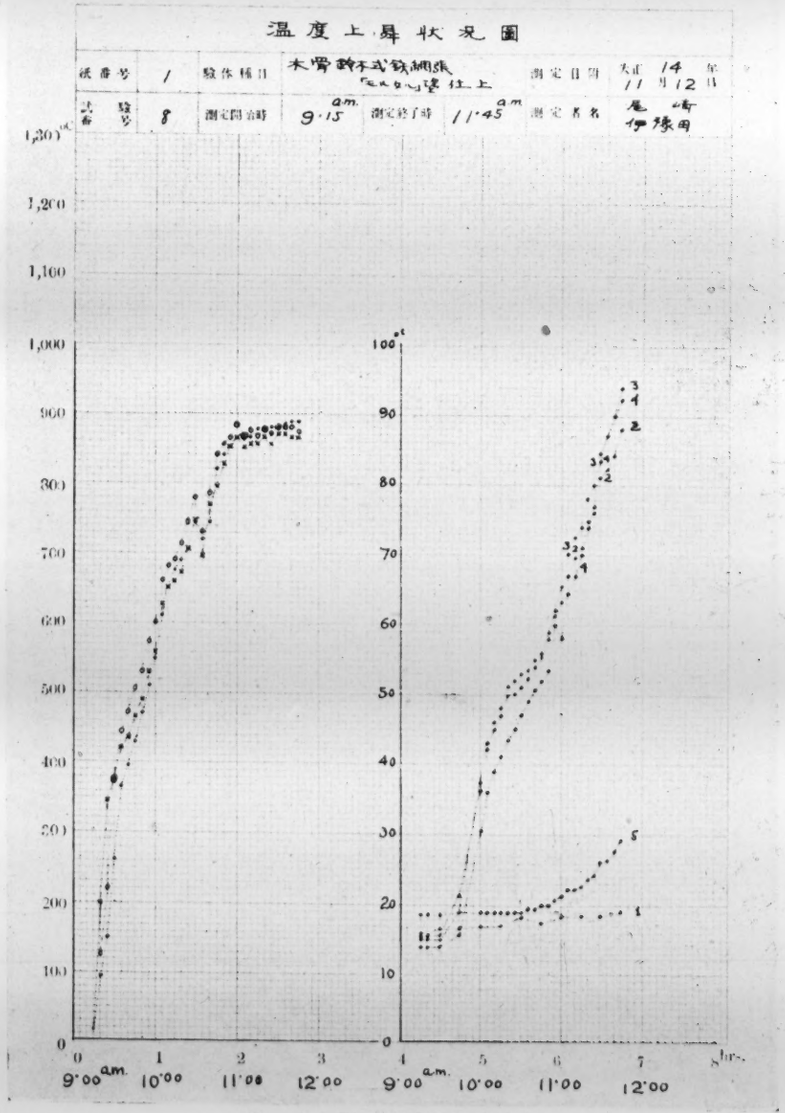


第二十四圖　試驗前ノ加熱面
（試驗第八、第九、第十二ノ圖本ハ加熱面ノ試驗前ノモノト全ク同樣ナリ）

第二十五圖　試驗後ノ加熱面

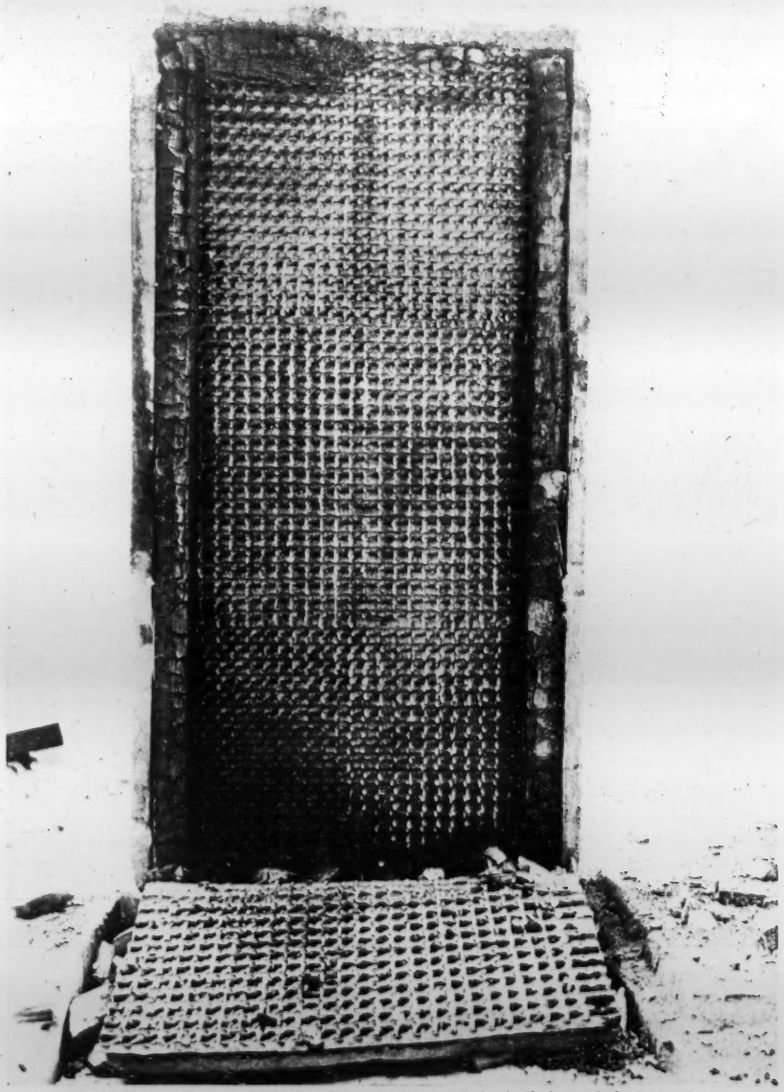


第二十六圖　加熱側の「モルタル」塗を取除きて内部を示す

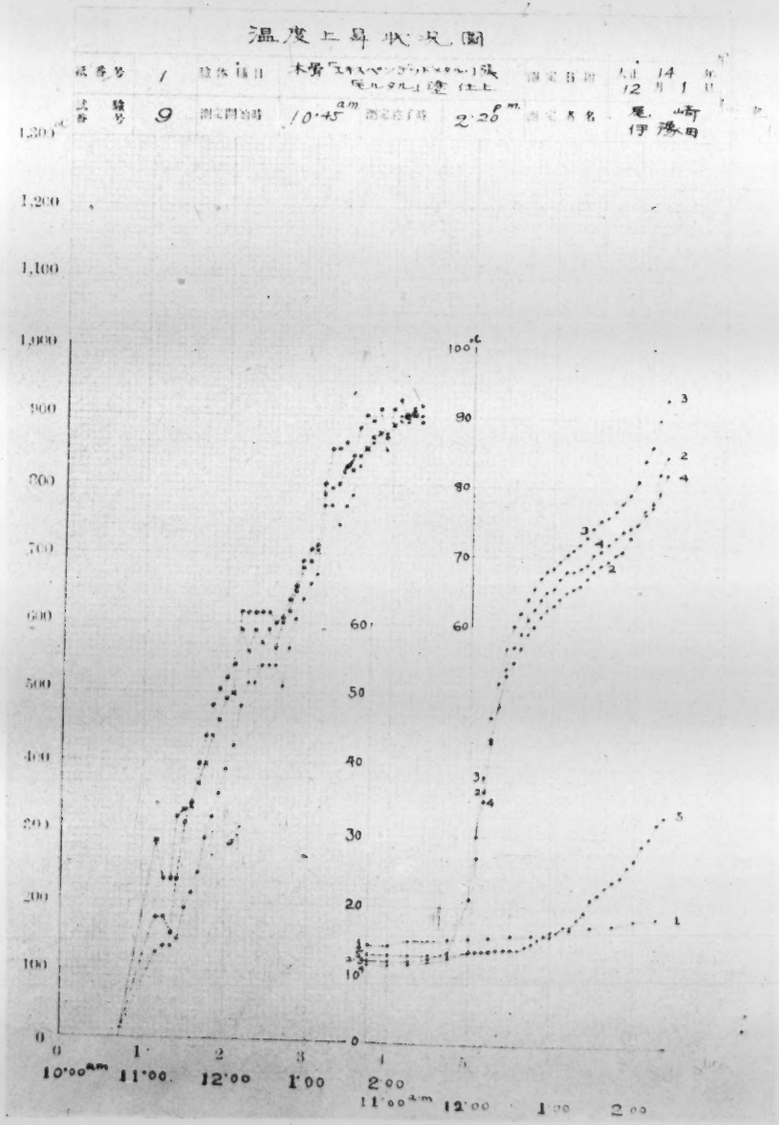


第二十七圖　試驗温度及時間

第二十八圖　試驗後の加熱面



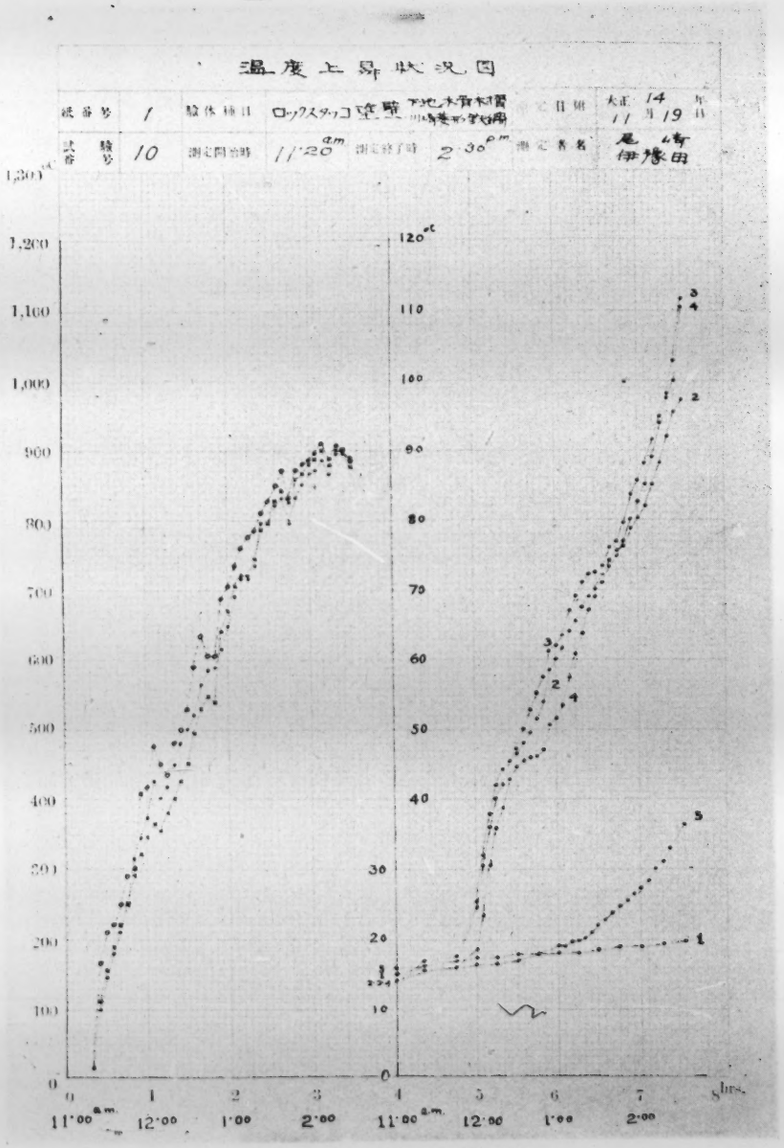
第二十九圖　加熱側の「モルタル」塗を取除きて内部を示す



第三十圖　試驗溫度及時間

第三十一圖　試驗後の加熱面

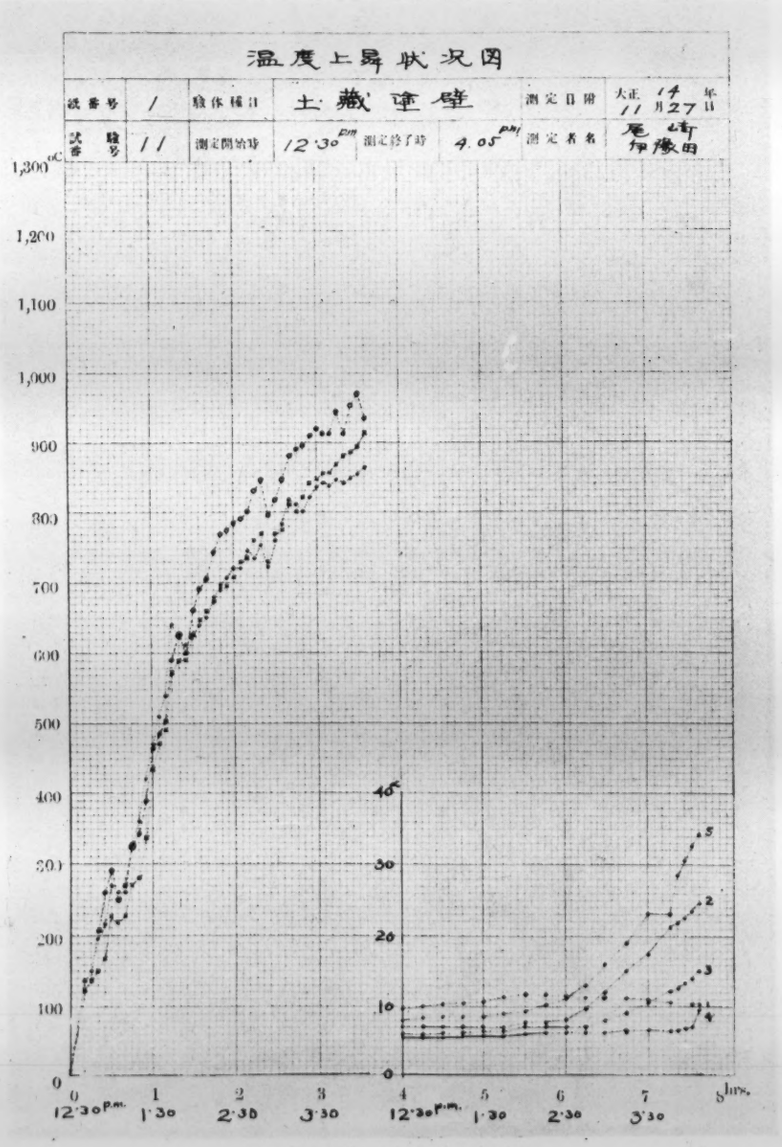
第三十二圖　加熱側の「モルタル」塗を取除きて内部を示す



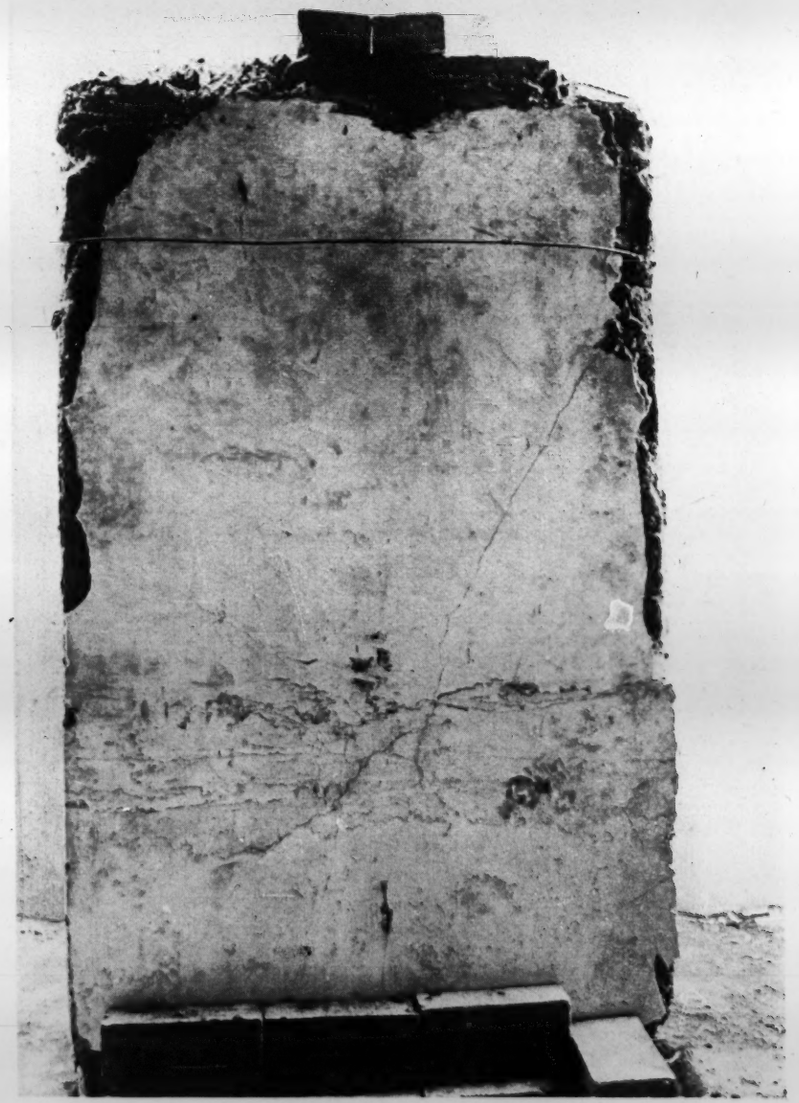
第三十三圖　試驗温度及時間

第三十四圖　試驗後の加熱面

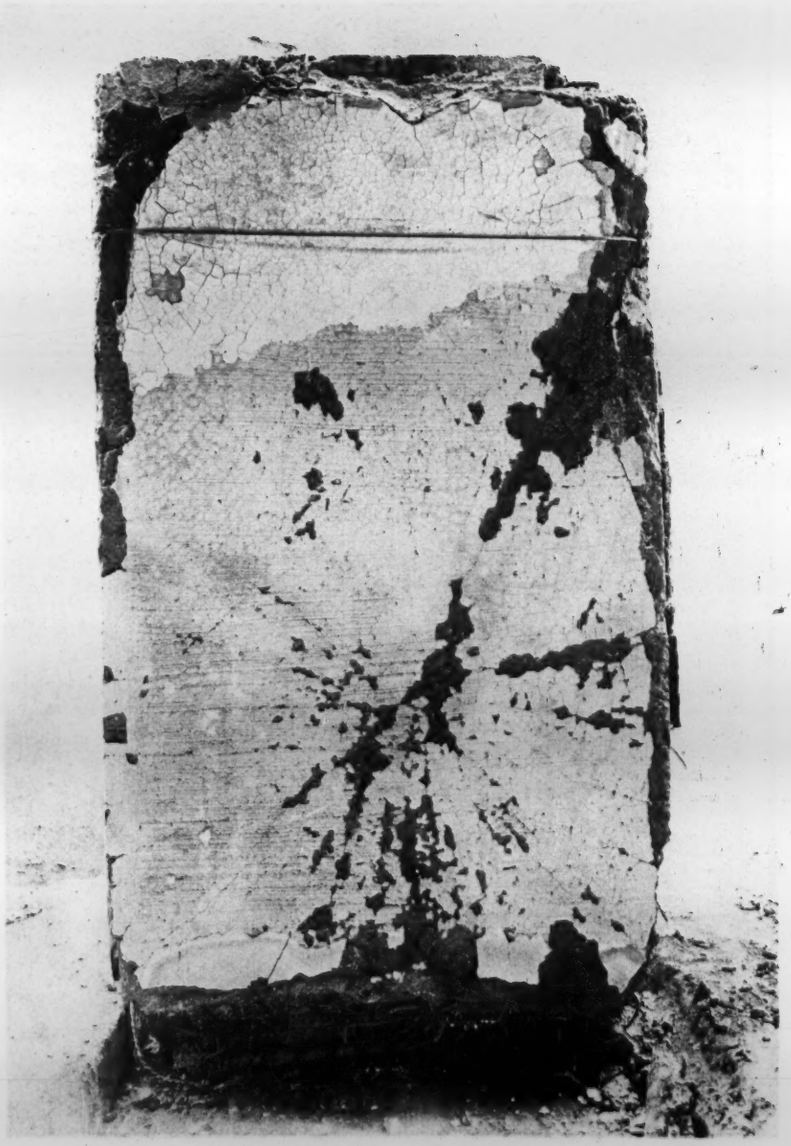
第三十五圖　加熱側の「モルタル」塗を取除きて内部を示す



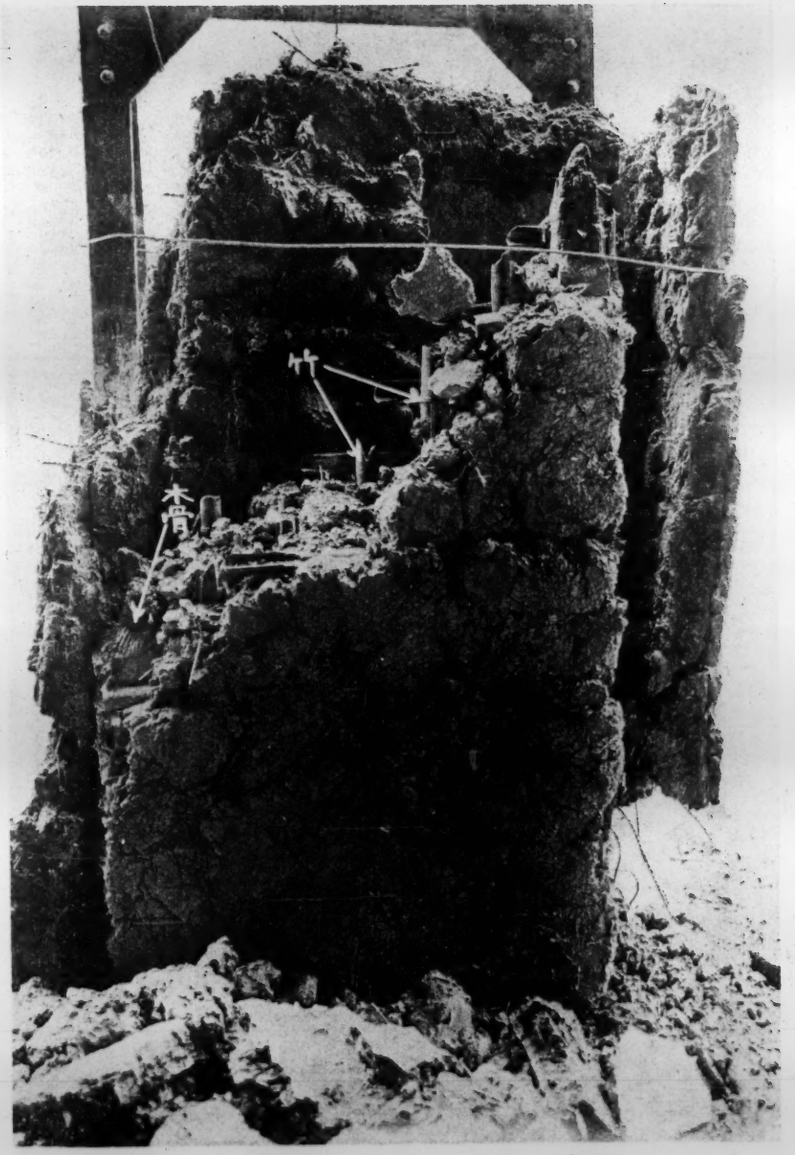
第三十六圖　試驗溫度及時間



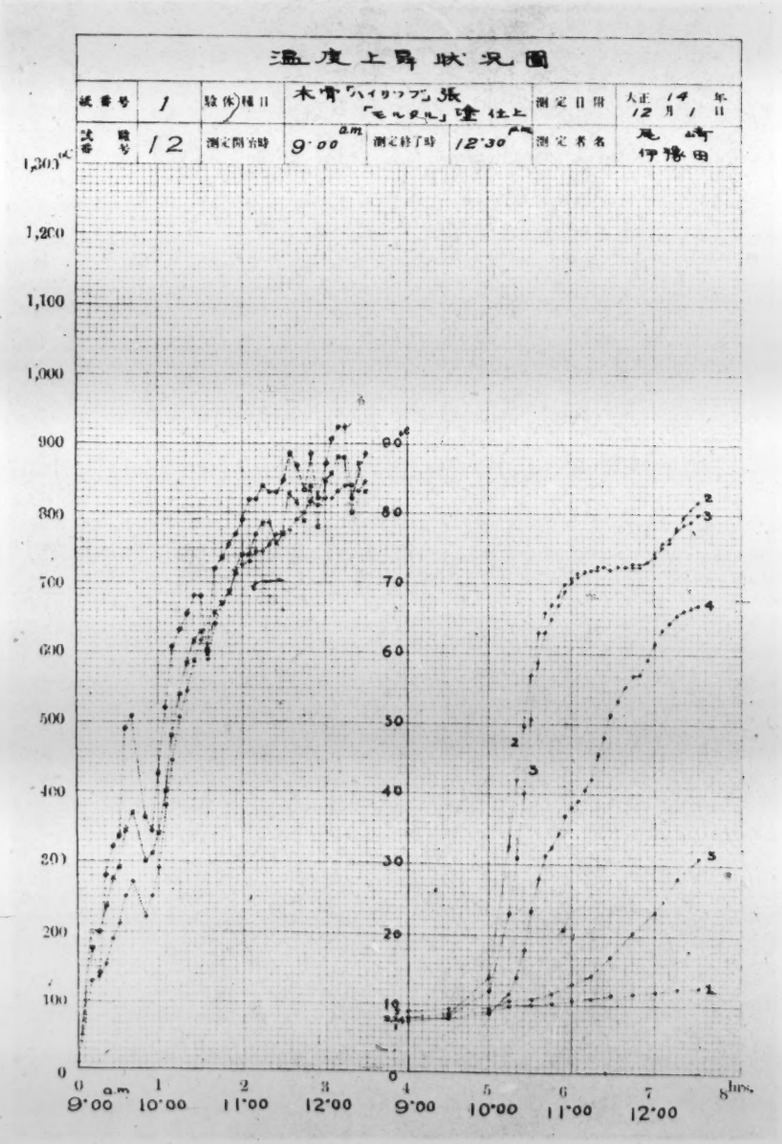
第三十七圖　試驗後の加熱面



第三十八圖　試驗後の加熱面

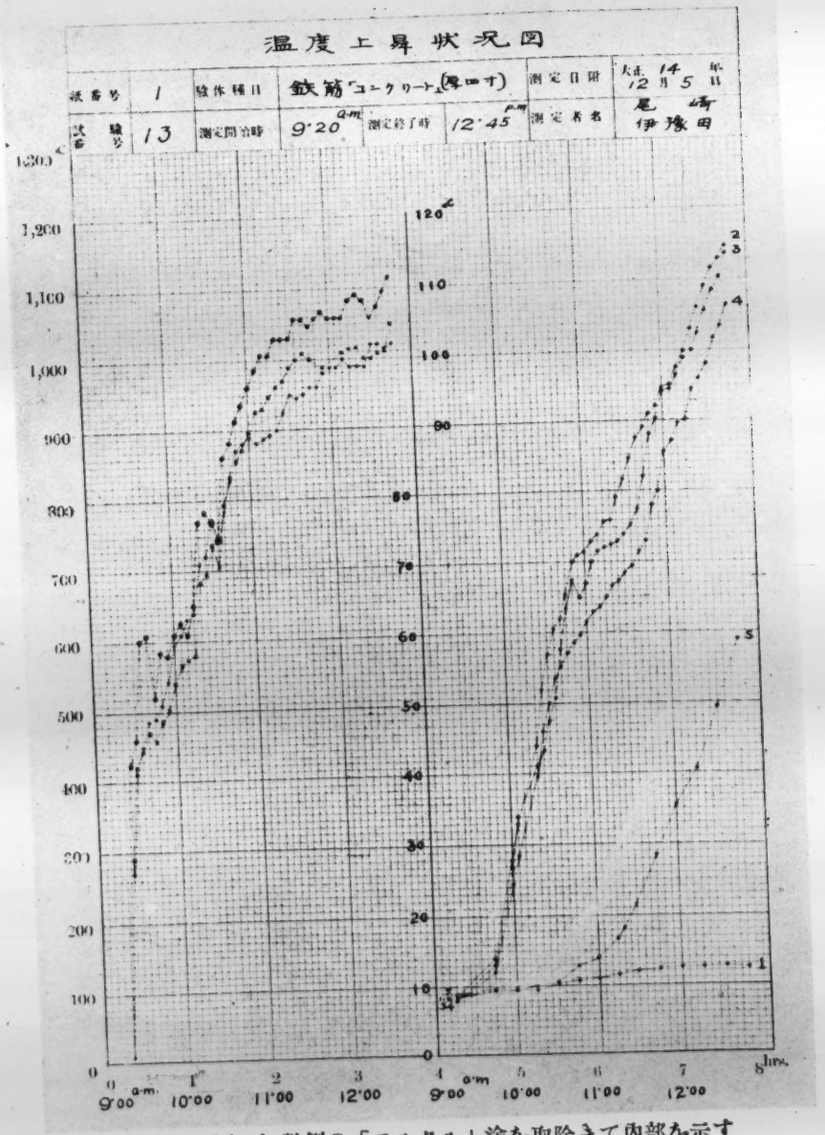


第三十九圖　試驗後の內部。木骨の燃燒せる部分を示す



第四十圖　試驗溫度及時間

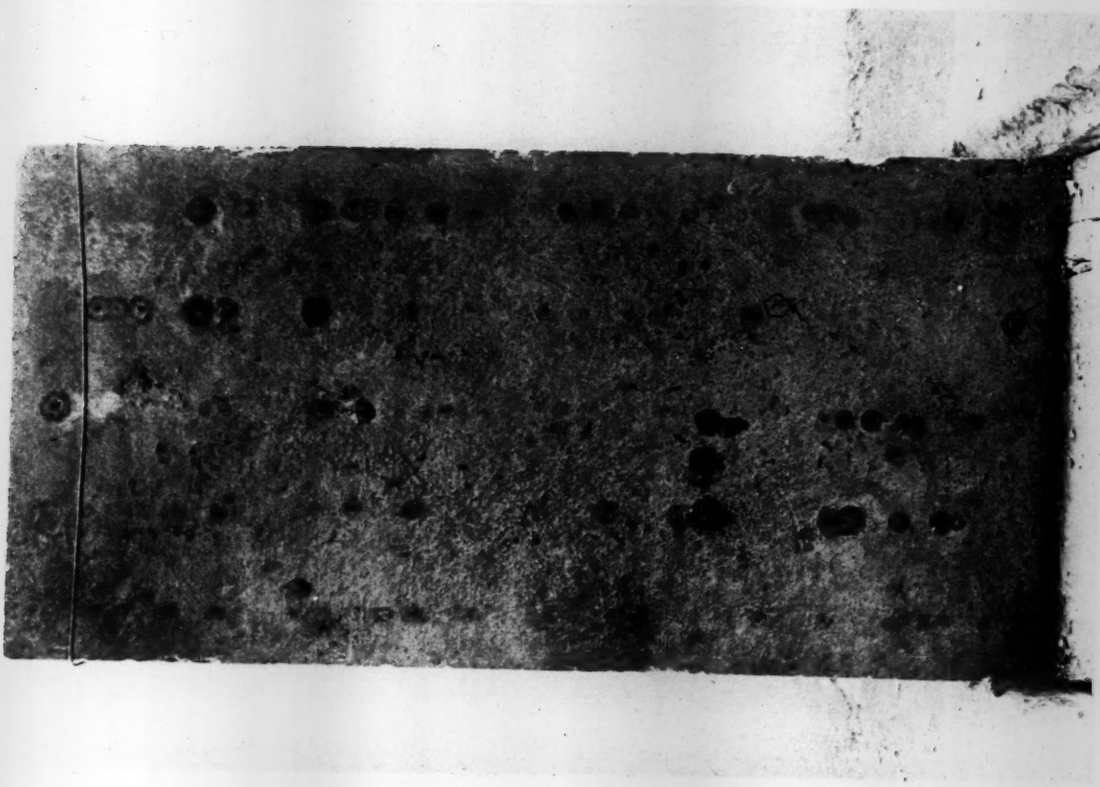
第四十一圖　試驗後の加熱面



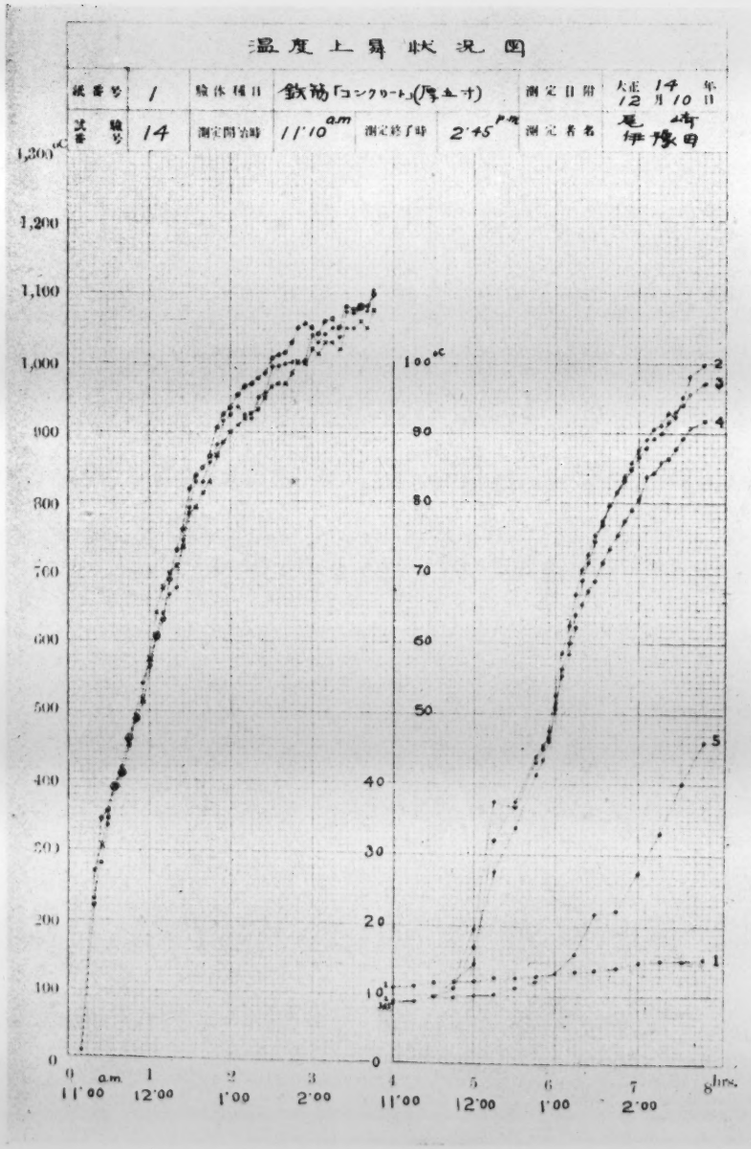
第四十二圖　加熱側の「モルタル」塗を取除きて内部を示す

第四十三圖　試驗溫度及時間

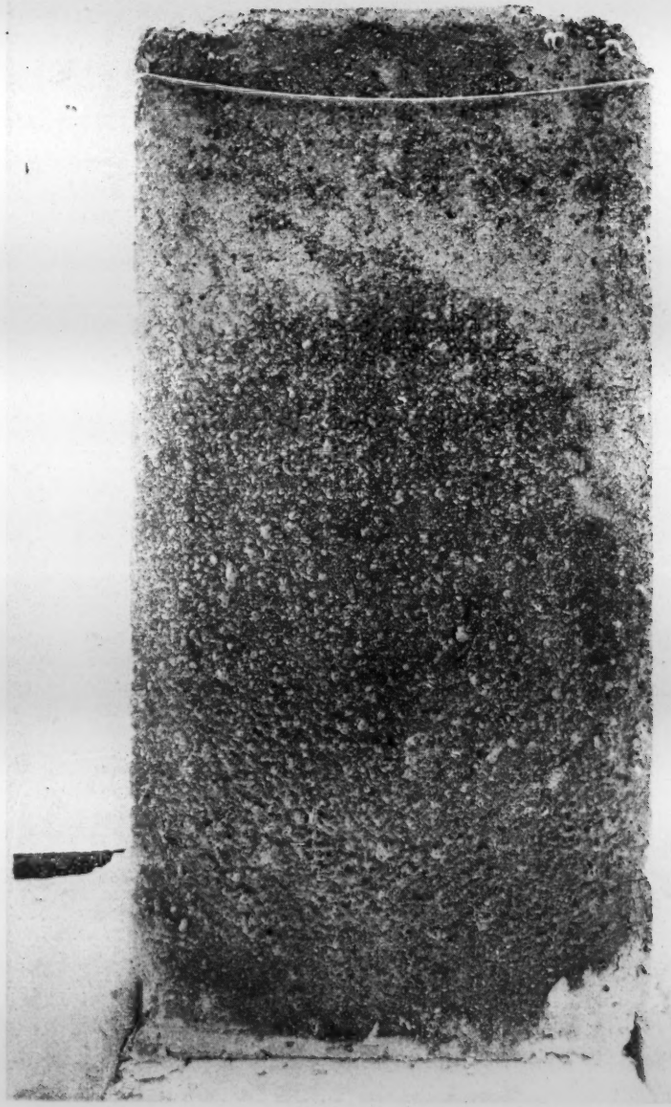
第四十五圖　試驗後の加熱面。兩側の破壞は試驗後鐵筋を檢査するために表面の「コンクリート」を取除きしものなり



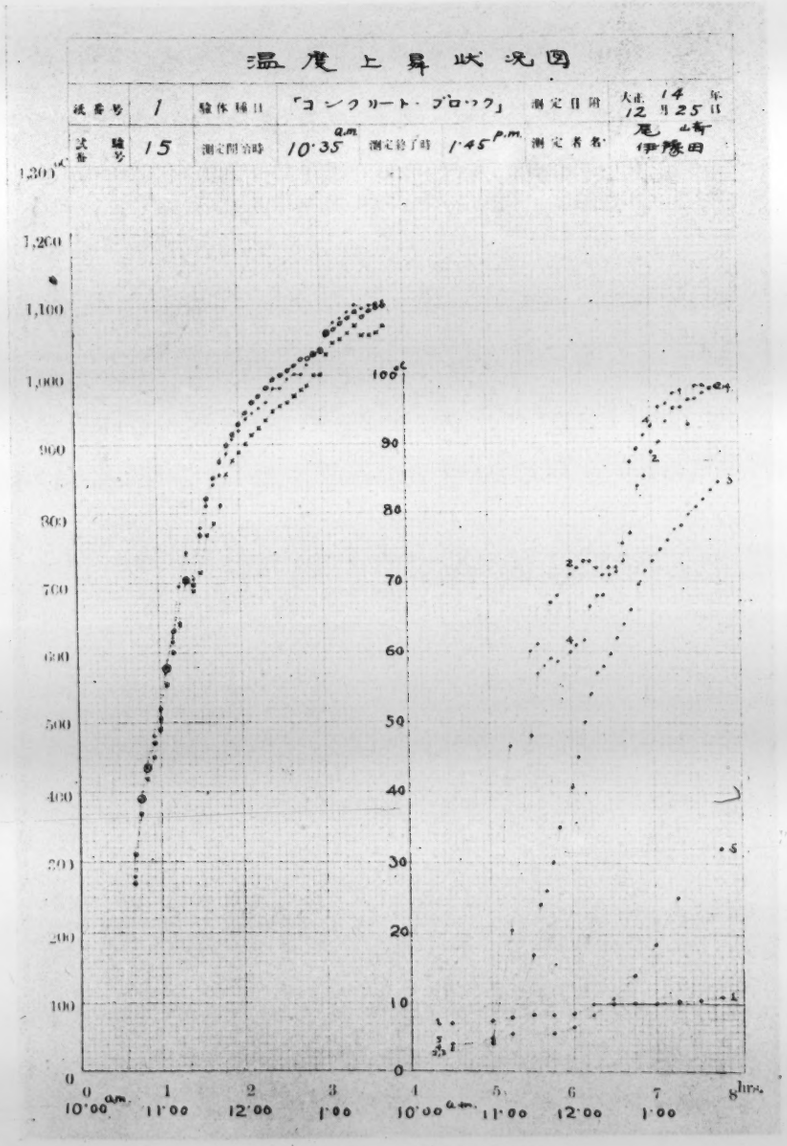
第四十四圖　試驗前の加熱面。假に接せざる打上りの面なり



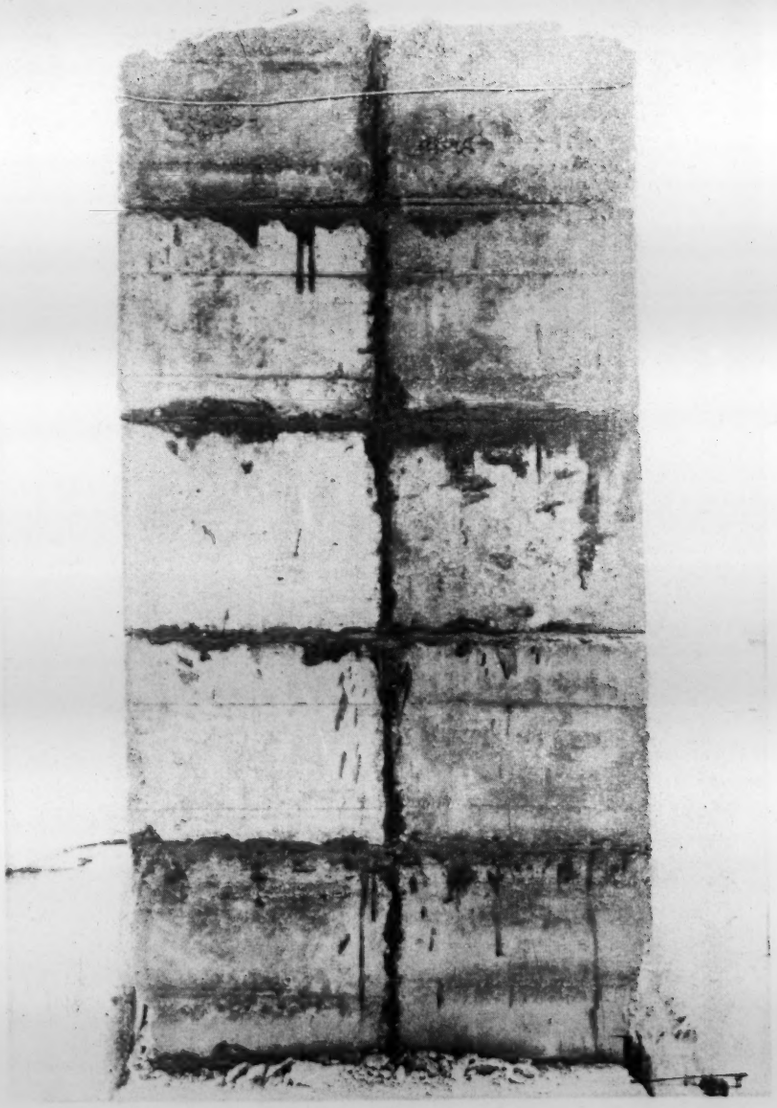
第四十六圖　試驗溫度及時間



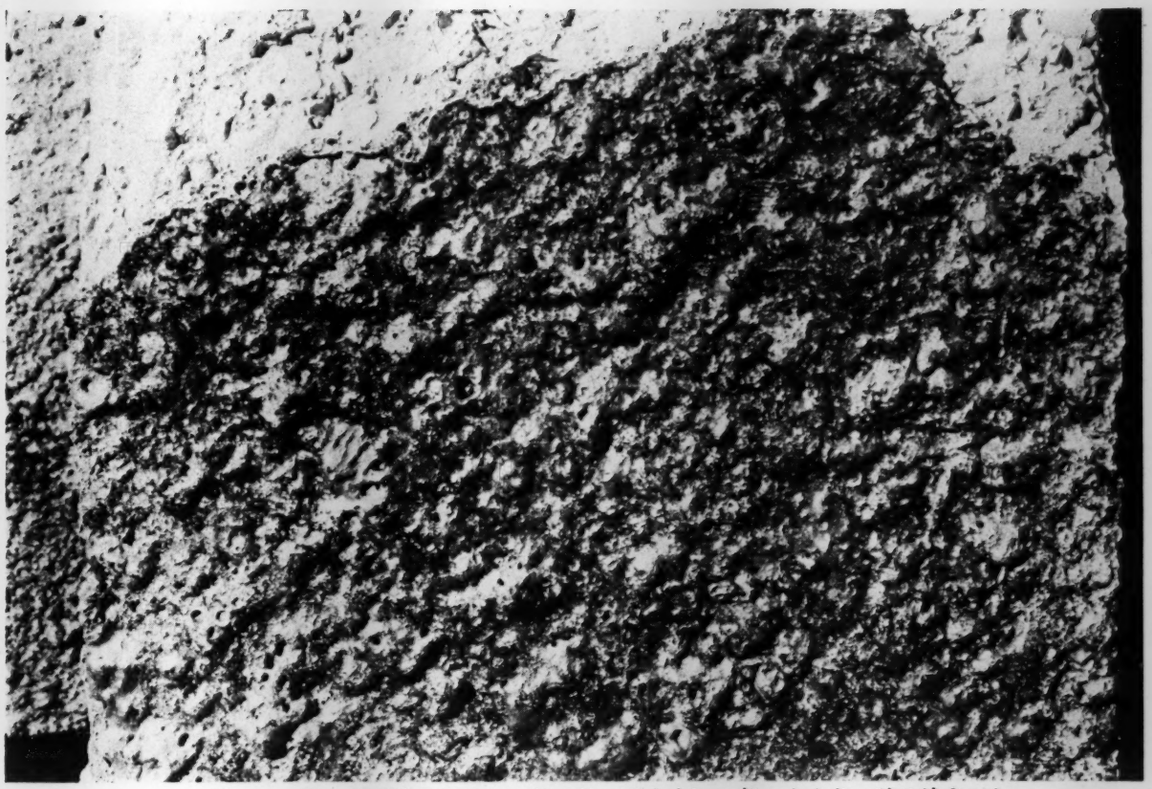
第四十七圖　試驗後の加熱面



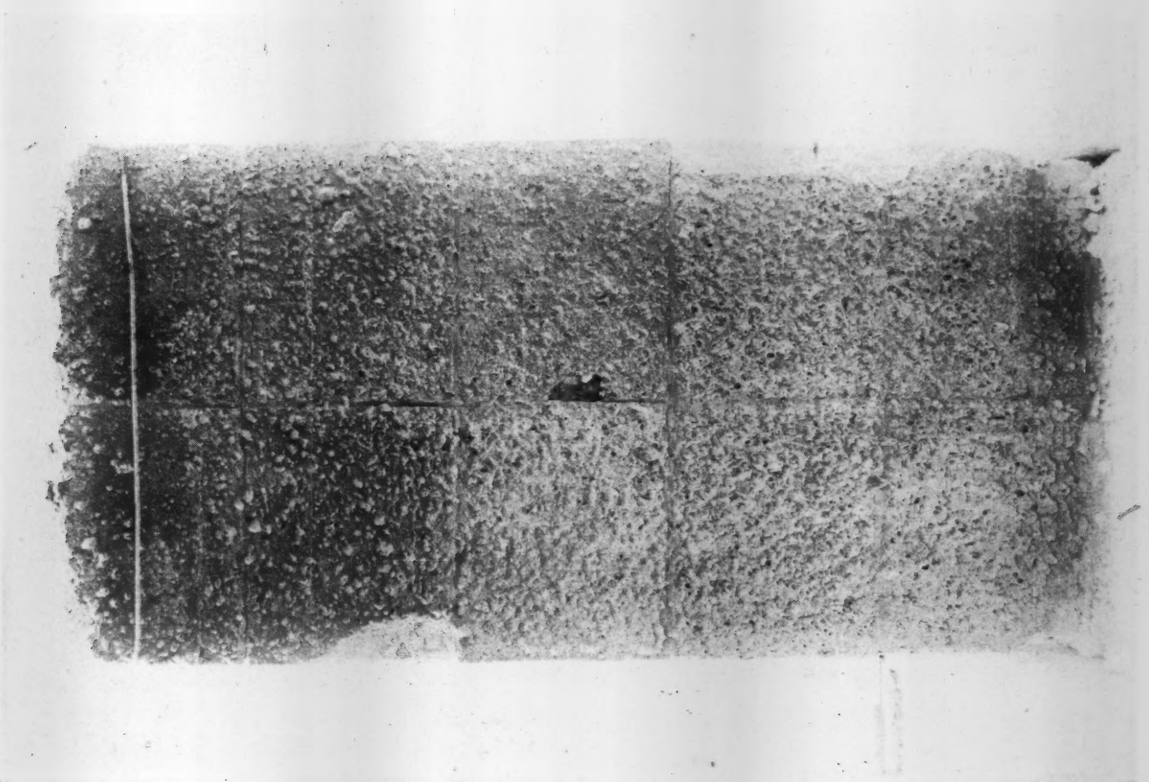
第四十八圖　試驗溫度及時間



第四十九圖　試驗後の加熱面



第五十一圖　試驗後の加熱面の部（第二版左方）上部の左右角は試驗後表面を碎き取りて內部を示せるなり



第五十二圖　試驗後の加熱面

脈 動 に 就 い て

中央氣象臺技師 和 達 清 夫

On the Pulsatory Oscillations in Tokyo.

By **Kiyoo WADACHI,**

The Central Meteorological Observatory.

The pulsatory oscillations were observed at the seismologica observatory at Hommaru, Tokyo from Dec. 1st. 1925 to Jan. 21st. 1926. The Galitzin seismograph with photographic registration was used for the purpose. The pulsations observed at Tokyo may be classified into three sorts according to their periods: (A) those with a period shorter than 3 sec. (B) regular type with a period of 4-8 sec. and (C) irregular type with a period of more than 30 sec.

In the present paper, the author treats of only the horizontal E-W component of the sort (B), and the results obtained may be summarized as follows:—

1. The amplitude was generally large, its mean being over 25 μ. This value far exceeds those observed at Europan stations where the amplitudes seldom exceed a few μ even in violent cases.
2. The mean period was found to be 5.0 sec.. Probably various types were mixed in it.
3. Perfectly regular pulsation appeared when the period was about 7 sec. in one case or 4 sec. in the other.
4. These two periods may be inherent to the lithological condition of Tokyo. Their correct values are

   $Q_1 = 3.8$ sec. $\qquad$ $Q_2 = 7.5$ sec.
5. When a pulsation of very large amplitude occurred, its period increased correspondingly, resulting into an oscillation of Q_2-type which lasted for a while.
6. Correlations with meteorological elements observed at Tokyo were as follows:—

   a. Amplitude and wind velocity.

   A parallelism was generally noticed between the magnitudes of the both elements, excepting a few cases when no violent pulsation was observed in spite of the prevalence of strong wind.

   b. Amplitude and rapid rise of barometric pressure.

   A sudden change of barometric pressure did not always accompany a

large amplitude; without a single exception, however, when pressure was rapidly rising, an extremely large amplitude appeared.

c. Period and barometric height.
The period was generally parallel to barometric height with a certain lag of time.

7. The period was not proportional to the amplitude; rather the reverse was the case.
8. Pulsation of Q_1-type seems to be an overtone of Q_2-type.
9. Following Wiechert's idea of the standing wave, a discontinuous surface was estimated to lie at a depth of about 1.5 km., that is, a soft layer may be conceivable to exist under Tokyo and its neighbourhood.
10. Q_2-type may be explained as the proper oscillation of the layer above the discontinous surface, the layer being supposed to be free at both the upper and lower bounderies, while Q_2-type as the proper oscillation of the same, the layer being supposed to be fixed at the bottom.
11. The direction of pulsatory oscillation varied now and then, and seems to be closely connected to the beat of pulsation.

東京本丸内中央氣象臺地震觀測所に於いて、「ガリチン」地震計を用ゐ、脈動の觀測がされた。その期間は大正十三年十二月一日から翌年一月廿一日迄あつて、毎日の脈動の振幅及び週期の變化が調べられた。調べられた方向は東西動のみである。其の地震計は電磁裝置に依り寫眞で記錄されるので、地震計の週期は 17 秒、制振度は 7.0、倍率は 200 倍附近を變化する。

先ず脈動の種類が週期に依つて調べられた。即ち 30 秒以上の長いもの、又極めて短かいもの、及び 4 秒乃至 8 秒の規則脈動である。最後のものが最も普通認められるもので、現在は之のみに就いて調査された。而して其れは東京に於いて觀測された氣象要素（氣壓、風速、風向）と比較されて、今迄に種々唱へられた、之等のものとの關係が圖の上で調べられた。又脈動の基礎振動らしきものを認め、之を土地の固有振動に歸し、ある地層を假定した。其の他唸りと脈動の振動方向との關係が求められた。其れ等を箇條書にすれば次の様なものである。

（1） 脈動の全振幅は此の期間の平均で、24.7 ミクロンであつた。此の値は諸外國觀測所の約數十倍に當り、東京の脈動の激しさをを思はせるものである。

（2） 週期は平均 5.0 秒と求められた。但し此の全體の平均があまり意味のない事は、後に述べる固有振動に依つて明らかである。

（3） 極めて規則正しい脈動が、週期が 7 秒位の時及び 4 秒位の時によく表は

れるので、此の附近に土地の固有振動と考へられる振動があるらしく、それが

$$Q_1=3.8\text{ 秒}\qquad\qquad Q_2=7.5\text{ 秒}$$

と二つ定められた。此の Q_1, Q_2 の記號は大森博士のをそのまゝ襲用したものである。

（4）　この兩種振動共に著るしい唸りを伴ふのを普通とする。そして振幅が增大する時は大低 Q_1 型から始まり後に Q_2 型に移る傾向があり、振幅極めて小さい時は概して兩種の混合である。

（5）　氣象要素と脈動との比較は次の様である。

（i）　一般に氣象要素の著るし變化は脈動の變化を伴ふが、脈動の方が多少遲れて居る。即ち脈動に對する氣象的影響が確かに存在して居る事、及び其の影響は觀測所から餘り遠くない所の氣象變化が主として因をなす事が確かめられた。

（ii）　風速と振幅とが最も平行するものである。但し之は例外がない事はない。即ち風の脈動を起す作用が間接のものである事を指すものである。風向に關しては著るしい特徵はなかつた。但し海岸に於いて風に依り起される風波が規則脈動の主原因である事は可成眞實らしく思はれる。

（iii）　氣壓變化と脈動の振幅との間の關係は豫期されたほど著るしくなかつた、特に氣壓が下降し始める時にさうである。併し振幅の最も增大する時は必ず氣壓の急激に上昇する時である。換言すれば、低氣壓の近附き始めるや、振幅は急激に增大し始め、低氣壓中心の稍通り過ぎた時振幅は極大に達し、以後除々に減ずるのが常である。

（iv）　氣壓の曲線と週期の曲線とがかなり平行するのは著るしい事である。但し週期の方が遲れるのが通常である。此の理由は、直接のものであるか、偶然の事であるか不明である。

（6）　振幅と週期とが比例して增減する事が、今迄多く云はれて居るが、今の調査では全然認められなかつた。大體に於いては寧ろ逆の方に近い。この理由は土地の固有振動のためと思はれる。

（7）　Q_1 型及び Q_2 型を東京の地下の固有振動と考へ、此れがある層中に於ける定常振動と考へると、東京の地下に一つの不連續面が考へられる。即ちある柔かな薄層が東京の地面の上に乘つて居て、脈動が其の層中で起されると考へられ

る。Q_1 型は Q_2 型の倍音の様なもので、この層中に一つの Nodal plane を持つ振動と考へられる事は、週期が略半分の所から察せられる。

（8） 此の脈動層の厚さは、Q_2 型が基礎振動であると見れば、Q_2 型の $\frac{1}{4}$ 波長に相當するものであるから、約2粁位に求められる。この脈動層の有無及び其の厚さ等が脈動の地方毎に異なり、脈動の性質に對する最も大きな要素と考へられる。

（9） 其の他、脈動の際の地面の振動が東西南北兩成分の合成に依つてなされた。(用ゐた地震計は「マインカ」地震計で、兩成分の倍率、週期、制振度を同じ様に調節したものである。)三分間の調査で見ると地面の振動方向はある定まつた方向でなくて、或時は東西に或時は南北に始終移り變はつて居る。此れに就いて興味深いと思はれるのは此の移り變はりが丁度唸りの週期に相當して居る事である。或は脈動の唸りに對するある見方が考へられるかも知れない。

地震波分解器及其記錄

所員 末廣恭二

A Seismic Vibration Analyser and the Records obtained therewith.

By **Kyoji SUYEHIRO.**

The Earthquake Research Institute

A seismic vibration analyser has been devised by the author with the purposes in view; firstly, to detect, if any, the prevalent periods of earthquakes in a district, and secondly, to study the nature of earthquake vibrations. The analyser consists of a series of thirteen compound pendulums having different natural periods arranged side by side,the shortest period being 0.22 and the longest 1.81 sec.; they are to work under the principle of selective resonance similar to the reed frequency-meter. The distance between the centre of gravity and the point of suspension of the pendulums is made as small as possible in order that under any seismic motion, unless the period nearly agrees, the pendulums may move keeping pace with the motion of the frame carrying them. Moreover, each pendulum is provided with a damper to wipe out the free oscillation which is apt to make a record illusory.

The damping is so adjusted as far as possible that every style records the co-periodic vibration with a definite multiplication, when the amplitude of the synchronous oscillation attains its terminal value.

In January, 1926, one apparatus was constructed and set at a Laboratory of the Tokyo Imperial University to record E-W component of earthquake motions. Since then, the records of six earthquakes of the "weak" category have been obtained, some of them being shown in the annexed Figures. In these Figures the numbers on the top show the natural periods of the pendulums in second and the wavy curves their records. With only one exception of the earthquake on April 27th. 1926, which occurred underneath the Tokyo Bay (Fig. 3), the records of all earthquakes so far recorded have a common feature, irrespective of their focal distances (Fig. 1 shows the record of an earthquake took place on April 2nd, 1926 and Fig. 2 that on April 18th, 1926. The former is of a distant origin and the latter of a very near origin).

The nature of the earthquakes revealed by the records may be summarized as follows:—

1. All records excepting that shown in Fig. 3 show clearly the persistence of

the motion having the period 0.3 sec. and this motion seems to be of harmonic type. From Fig. 5 which shows the statistical distribution of the different periods of microtremors at Hongo (the name of the district where the University is situated) it will be seen that the frequency of occurrence of this period far surpasses the others. Therefore, it is very probable that this is one of the natural periods of the said district.

2. Beside this, more or less conspicuous appearence of the period of 1.4 sec. or so in all records seems to show the existence of another natural period of the district. Excepting these two, the other waves seem to be merely an assemblage of pulses.

3. The waves of 0.3 sec. in period have a remarkable nature in that they always appear intermittently during the cource of an earthquake (Figs. 1 and 2). It seems to suggest that at the focus of an earthquake the failure of the crust does not generally occur all at once, but proceeds sluggishly from one point to another.

4. With regard to the record of the unusual character (Fig. 3), it shows that the motion is composed of trains of harmonic motions of different periods. Curiously enough in this case the waves having the period of 0.3 sec. appeared in a single short train; probably in this time the failure of the crust might have occurred at a time. It may be inferred therefrom that if the break-down occurs all at once, it may send out harmonic waves.

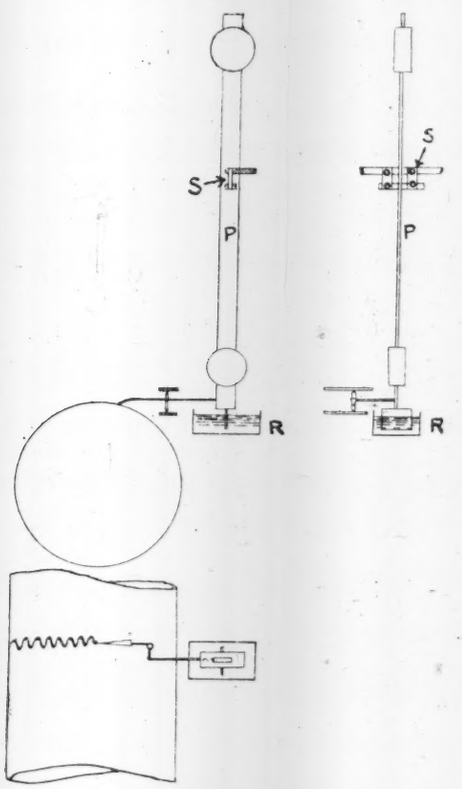
Lastly, it may be added that the apparatus records the tremors caused by the other sources, for instance by a passing heavy truck (Fig. 4), quite differently; so that the observed prominence of a certain definite period over the others is undoubtedly not due to the instrumental incompleteness, but unveils what really occurs.

或る一定の土地に於ける地震動の性質を研究する事は獨り耐震構造學上必要であるのみならず、地震學其れ自身に對しても興味ある事柄である、今迄も此の方面の研究が閑却されて居つた譯ではないが其れは唯普通の地震計の自記した記錄に依て、週期とか波形とかを調べたに過ぎなかつたのである。假令へば某地では某週期の波が特に著しく顯はるゝ習癖があると云ふ様な事が屢々言はるゝが、夫れは非常に錯綜した波形の山と山との間を週期と見做しての事であるから、疑を挟む餘地がないでもない、尚其上波形は調和型である様に最初から認定してかゝつて居るのであるが、遠地地震に於てはいざ知らず、近地地震に於て震動が調和運動の連續であると斷定してしまうのは少しく早計に失しはせぬかと思はれる。

著者は之等の問題を在來の地震記錄による方法ではなく、他の仕方で研究する目的を以て、地震波分解器なるものを試作した、此の器械の原理は所謂 Reed

frequency-meter と全然同一であつて、selective resonance により地震波を分解せしむるのである、若し地震動の内に調和運動の連續せるものがあれば、之れと選擇共鳴をなして其週期を示す様に裝置してあるのである、素より此の如き器械の性質上地震波が調和運動型でありとするも、同一な性質の波數が單に一つか二つに過ぎぬと云ふ様な場合には、之れを示す事は不可能である、之れは此器械の缺點である。此種の機械を Milne 博士が試作せられたらしいが多分構造の不完全な爲めであつたろう、何等の效果を擧げずに終つて居る。(1)

Frequency-meter の reed に相當する振動子として此器械に於ては左圖の様な Compound pendulum が用ひてある、此の如き振子が13個並列せられてあつて之等の自然週期(秒)は次の如くにしてある



0.22, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80
0.89, 1.00, 1.20, 1.39, 1.62, 1.81

一秒以上が粗く約 0.2 秒飛びになつて居るに關らず、一秒以下が細く 0.1 秒飛になつて居るのは、本來の目的が構造學上の研究にあつて、地震學主體の研究は著者に取つては副であるからである、云ふ迄もなく建築構造に對しては、1 秒以上の週期を有する地震動は餘り顧慮する必要はない。

扨此の十三個の振子は其構造に於ては略相等しく、挿圖に示す様に棒の上下兩端に錘りが取附てある複振子(P)であつて、Point of suspension には knife-edge は用ひずして、其の代りに鋼のリボン(S)が用ひてある、之れは振子が地震の際飛び出すのを防ぐ爲めである。而して此懸垂點と振子の重心とは出來る限り相近けてある、之れは地震動と共鳴せぬ限りは、振子が器械全體と行動を共にして、相對的動搖をなさしめぬ爲めである、若し懸垂點と重心とが距つて居るときは、振子は自己週期より短き週期を有する地震動に對しては普通の地震計の振子の様な働をなして地震を記錄す

(1) Milne, Earthquakes (1886) 26 頁

ることとなる、之れは此の器械の目的に對し好ましからざることである。尙此等の振子は自己振動を制限せぬときは、振子が衝動を受けて動いたとき、恰も共鳴振動でも起した様に規則正しき動搖を記錄して、觀測者を過らしむる結果となるから、可なり强く振動を damp する様に damper (R)が設けてある、圖に示す通り振子の下端に取附けてある小さな板が水を容れてある器に浸つてゐる、之れが damper の役目をするのである、水を使用してゐる譯は其粘性も密度も溫度に對する變化が比較的少いからである、而して最初此の器械が出來上つた時、橫振動をなす試驗臺の上に載せて振動を與へ、何れの振子も夫れが共鳴振動をなす時の振幅の terminal value が 1 mm 內外の實動に對し約 27 倍(其の內 3.5 倍は link 擴大率である) の擴大率を以て記錄せられる様に damper の調節をした、かくすると自由振動の振幅が逐次に約 0.55 位に遞減する様になる、尤も本器に於ては振子の形が全然相似形に造つてないのと多少固形磨擦がある爲め、此遞減比は振子により多少其價を異にしてゐる、尙一言附加へて置きたいことは前記の倍率と此遞減率とは計算上相當せぬが、夫れは試驗臺上に於て calibration をしたときは、油煙を塗らぬガラス板の上でやり、遞減率は實際の smoked drum の上で計つたからである。

此分解器は昨年の八月に一先づ完成したが、初めての試作品のこととて不完全の點が多くあつて、地震に遇ふ度毎に多少改良を要する點を發見して手直しをして來たと云ふ様な次第であつて、まづ一通り使用が出來る様になつたのは、本年の二月からである、そして弱震程度以上のものでなければ記錄をせぬから、今日迄に得た記錄は僅に六枚にしか過ぎない、其の內の三枚を本編末の附圖に示してある。圖に於て記錄の上端に記入してある數字は、記錄をした振子の自然週期である尙線が二本になつてゐる所があるのは、他の記錄針が地震記錄の前又は後に筒の上を通過した爲であつて記錄には何等の關係もない。

第一圖は大正十五年四月二日に八丈島の西方に起つた地震の記錄、第二圖は同年四月十八日に玉川流域に起つたもの、第三圖は四月二十七日に東京灣內で起つたものの記錄である、今迄得た記錄に因れば何れの地震も其震央の遠近にかゝわらず第一圖及第二圖に示す様な記錄を與へ、第三圖に示す様な性質のものは唯一回丈で全く例外である、今先記の一般性を帶びて居る記錄から判斷して、次の様な推論をなしても大過ない様に思はれる。

（1） 何れの地震に於ても 0.3 秒の週期が著明に顯はれてゐて、しかも之れが調和運動らしく見へるから、之れは本郷臺の自然週期の一つではないかと思はれる、併し此考に對し疑を挾む餘地がないでもない、夫れは第一には此週期が器械を安置してある石臺の動搖の週期ではないかと考へられることである。之れを調べる爲め、其石臺と周圍の地面との microtremor を、石本氏の Microvibrograph で同時觀測をやつて見たが、石臺は略ぼ地面と同樣の微動をして居て、0.3 秒などいふ自己週期を持つて居る形跡はないことが分つた、第二には 0.3 秒の週期を持て居る振子が殊に敏感になつて居るのではないかと疑はれることである、併し地震以外の原因による震動、假令へば荷物自動車の通過の爲めに起る震動では、第四圖に示す通り全く 0.3 秒のものは顯れて居ないで却て他の週期のものが地震の場合とは全く狀態を異にして顯れて居る、此事實により 0.3 秒のものが顯著に顯れるのは器械の間違から起るのではないことが分るのみならず、尙其上器械が相當忠實に震動を分解して記錄をすることを察することが出來ると考へられる。

尙此 0.3 秒の週期を有する震動の眞相を確むる爲めに、曾て震災豫防調査會の會合の席で供覽せし、駒込の microtremetor の記錄の內で曇天無風のとき取りしものゝ中より、電車其他の妨害を受けて居らぬ部分、約半分間を撰で其間に於ける震動の週期の分布曲線（但し 0.075 秒以下のものは捨てた）を作て見たが、之れは第五圖に示す通りであつて、0.3 秒內外のものゝ起る頻度が丸て段違ひに多いことが分る、此事實は 0.3 秒の週期が本郷臺の自然週期であることを裏書きして居る樣に思はれる。

若し此結論が過つて居らぬものであるならば、元來二階又に三階建位の石工建築は多くは 0.3 秒內外の自己震動週期を持つて居る樣であるから、之等に對しては可なり重大なる事柄で輕視してはならぬと考へられる。

（2） 上記の 0.3 秒の週期のものゝ外、1.39 秒の週期を有する振子と 1.62 秒とのものが、何れの地震に於ても可なり著しき振動を示して居るから、本郷臺は此附近の週期を有する自然振動をも持つて居るかも知れぬ、併し之れは 0.3 秒のものゝ如くには著明に顯れぬから、今少し研究をした後でなければ斷言することを憚る。

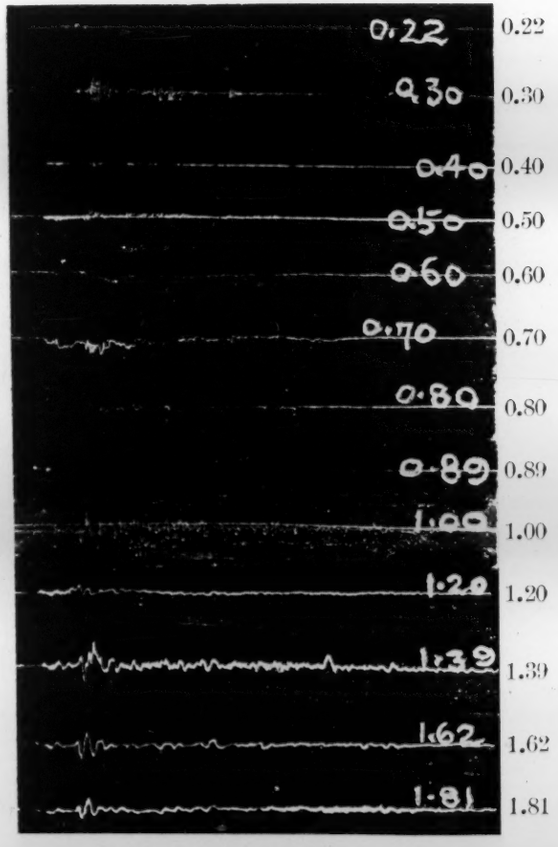
（3） 0.3 秒が極めて著明に、1.39-1.62 秒のものが稍不明瞭に調和運動であることを示す外、其他の週期のものは唯衝動の連續である樣に見える、故に建築構

造の耐震性を研究するのには今迄やり來つた様に地震動が單一弦運動の連續である様に考へた丈では正鵠を得てゐない、著者は今後此の考へで研究を進めて見たいと思つて居る。

（4）0.3 秒の週期の振動の記錄されたるものは一般に間歇的に群をなして顯れてゐる、之れは反射の爲めに生じたと考へられぬこともないが、第三圖に示す様な一群だけのものも在り得るのであるから、反射と考ふるより蓋ろ、地殼の破壞は通常一時に起るに非ずして、一個所に破壞が起れば、夫れに連れて次から次へと跳躍的に破壞が進行して行き一つの破壞毎に新しき地震波が送り出されて、其度び毎に土地の自然振動が誘起せらるゝのであると解釋した方が妥當ではあるまいか、かく考へることは工業材料の破壞試驗などで得たる吾々の經驗によく一致する、若し地殼がこんな壞れ方をするものとしたなら、志田博士の發見による感震區域内に於ける初動の引き又は押しの方向の排置により、地殼の壞れ方を察知する巧妙なる方法は、壞れ方が如何様に始まつたかを見出すこと丈に止めて置て、地震の全經過を判斷することに應用してはいけない様に考へられる。

（5）第三圖に示すものは其性質に於て全く他と類を異にして居る、即此地震は可なり立派な調和運動の浪から成立つて居つた様に觀察せられる、而して 0.3 秒の週期のものは唯一群しか顯れて居らぬから此地震に限て地殼の破壞が唯一回だけしか起らなかつたと考へ得られる、左すれば破壞が連續的ならずして一氣に起る時は調和運動をなす波を送出するものではないかと考へられる、併し之れも只一回丈の觀測に過ぎぬから、斷言する事は敢てしない。

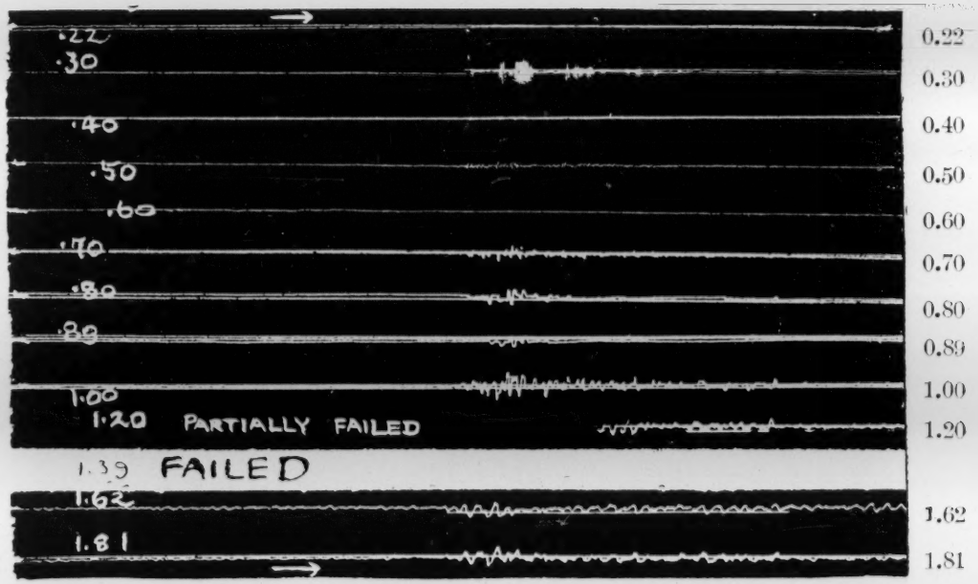
此器械は全く新しき試である上に、觀測を始めてからまだ間もないから觀測材料が不充分である、隨て上記の推論も餘りに憶測に過ぎはせぬかと自分乍ら危ぶまれぬでもない、尙器械を完全のものとして且つ豐富なる材料を得たる後、更に此問題につき論ずる積りである。



(Enlarged 2.2 times.)

FIG. 2

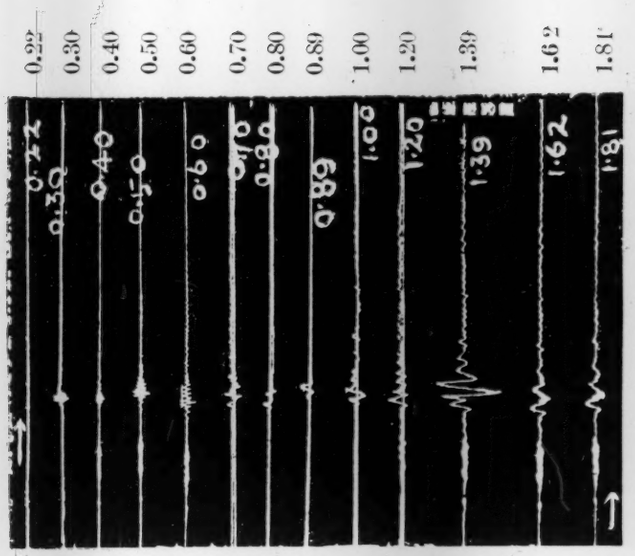
(1 mm. of original = 2.14 sec.)



(Enlarged 2.2 times.)

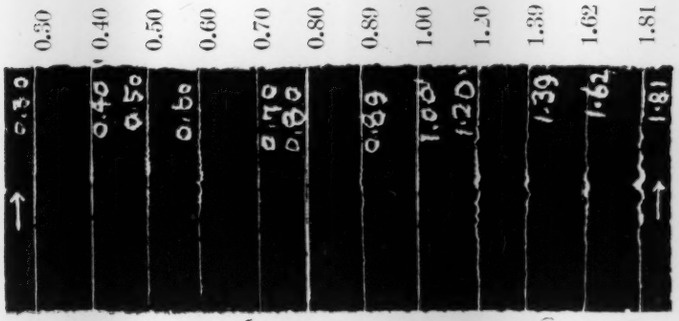
FIG. 1

(1 mm. of original = 1.93 sec.)



(Enlarged 2.2 times.)

FIG. 3



Tremor caused by a motor truck.
(Enlarged 2.2 times.)

FIG. 4

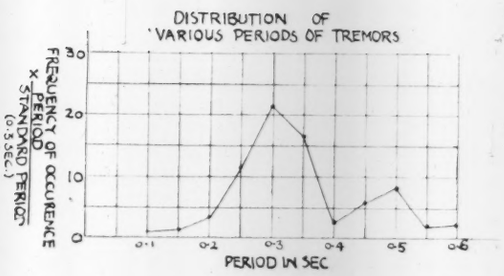


FIG. 5

關東震災地一帶に於ける土地の隆起及沈下狀態

陸地測量部

The Change of Elevation of Land caused by the Great Earthquake of September 1st. 1923.

By **Hitoshi OMURA** Major General,

The Land Survey Department.

Just after the great earthquake of September 1st. 1923, the Land Survey Department of the Army commenced at once the revision of precise levelling in order to investigate into the change of elevation caused by the earthquake.

Nextly, during the period from 1924 to 1926, the Department carried out the revision of triangulations covering the whole disturbed regions. The work executed during the period from September 1923 to the end of 1925 covered nearly one half of the whole area, the survey for the remaining part being still in progress.

The annexed Plate shows the change of the elevation so far measured.

緒　　言

大正十二年九月に於ける關東地方の大震災に伴ひ陸地測量部は直に既設測量標點檢の必要上一等水準檢測作業を實施し次て震災地一般に亘り大正十三年度乃至大正十五年度に繼續する測量標復舊作業を開始し再測或は測量標再建作業を進め大正十四年末概ね同作業の半以上を了し且つ一部の成果を檢出し得るに至れり依て茲に二三の水準線路の土地變動狀態に關する既往發表の記錄を補足すべく既設三角點散在の表面上に關する土地變動の狀態を發表し研究上の一助たらしめんとす。

復舊測量作業の概況

1　水準線路の測定

大正十二年度測定に係るもの

東京周圍

東京——藤澤——油壺間
藤澤——熱海——伊東間
東京——船橋——小湊間

大正十三年度測定に係るもの

東京——甲府——下諏訪——洗馬間
小湊——勝浦——佐原——船橋間
熱海——沼津——靜浦間
伊東——下田間

大正十四年度測定に係るもの

沼津——興津——甲府間
下諏訪——碓氷峠——高崎間
東京——熊ヶ谷——高崎間
東京——宇都宮間
高崎——日光——宇都宮間
宇都宮——水戸——佐原間

右の測量には主として「ツアイス」三號型平面鏡附精密水準儀及「インバール」帶張水準標尺を使用し大正十二、十三年度の作業には一部「バンバルヒ」製水準儀及木製水準標尺を使用せり。

其測量精度は往復二粁の測定差三粍以内にして大正十二、十三年度作業の成果は既に公表せるも大正十四年度の分は現在作業中に屬するを以て其終了を俟ち全部を整理して他日之を公表する豫定なり。

2　基線の改測

大正十三年度に於て神奈川縣高座郡座間村に存する相模野基線の改測を實施せり。

本基線は今次復舊測量の根源となるものにして其第一回は明治十五年當部の測定に係り其後測地學委員會に於て明治三十五年及明治四十三年に改測し今回は第三回の改測に係るものなり。

使用基線尺は「カルバンシエー」製「インバール」二五米線狀尺三及び「アガーボー」製「インバール」二五米紐狀尺二にして共に一〇瓩の張力を與へ往復測定を行

び其長さは三鷹村二五米比較基線にて檢定せるものを用ひ其測定精度は全長五二一〇米に對し公算誤差 ±0.93 mm の程度にあり。

今回改測の結果に徴するに明治四十三年測定長よりも二四五粍延伸しあることを示せり。

3　一等三角改測

震災の波及殆ど無しと想像せる伊豆萬城山、駿河毛無山、甲武信州境に存する國師岳、武藏堂平山、下野晃石山、常陸筑波山を連絡せる線以内に存する一等三角本點一二點及び駿河愛鷹山、甲斐御正體山、小金澤山、武藏雲取山、高根、本郷、德丸、下總法典、上總一の宮を連絡せる線以内の一等補點二五點分の改測を施行せり。

一等本點の改測は大正十三年度に、一等補點の改測は主として大正十四年度に實施せり。

使用經緯儀は「バンベルヒ」二七粍測微經緯儀にして其測定精度は次の如し

一等本點の成形せる三角形閉塞差の中等誤差　±0''.95

一等補點の成形せる三角形閉塞差の中等誤差　±1''.20

之等測量の成果は今尚整理中とす。

4　二三等三角測量

大正十四年度に於て千葉縣下にありては木更津町より天津町を連ぬる線以西約七三方里、東京府、山梨縣、神奈川縣、靜岡縣下にありては東京——八王子——吉野町——大群山——箱根矢の倉山、神山——伊豆大場——熱海町初島を連ぬる線以内約一七五方里に亘り震災の波及最も大なりと想像せる地域内に於て二三等三角測量の改測を實施せり。

二等三角測量には「バンベルヒ」二一粍測微經緯儀三等三角には「バンベルヒ」一三.五粍測微經緯儀を使用し其測定精度概ね次の如し。

二等三角點の成形する三角形閉塞差の中等誤差　±1''.29

三等三角點の成形する三角形閉塞差の中等誤差　±2''.40

結　言

茲に公表せる震災地垂直變動要圖は大正十四年施行に係る二三等三角測量作業の結果中各三角點の垂直變動狀況を速に調査する目的を以て舊時測量の三角形邊長を使用し今回測定せる三角術的水準測量の結果を計算せるものを基とし土地垂

直變動同高線を描畫し土地變動一般の狀態を觀測するに便ならしむるものとす。

大正十五年度に於て千葉縣下及山梨靜岡縣下面積約二百三十方里に亘り二三等三角復舊測量を施行する豫定にして以上各等三角測量結果の計算終了を俟ち之等諸成果を整理し震災地域に於ける水平及垂直變動狀態の正確なるものを發表せんとす。

災地垂直變動要圖

(分之査調迄末戸

Map showing the Depression and Upheaval of the Ground produced a

(Results of reexaminat

大正十二年關東震

（大正十四年十月）

at Kwantô Districts after the Great Earthquake of Sept. 1st. 1923.

(Information up to Oct. 1925.)

凡例

一、地盤隆起及沈下ノ量ハ陸地測量部水準原點ヲ不動ノモノトシテ既設測量標ヲ檢測シタル結果トス

地盤ノ隆起 UPHEAVAL

同沈下 DEPRESSION

+2m,00 & ABOVE
+1m,80
+1m,60
+1m,40
+1m,20
+1m,00
+0m,80
+0m,60
+0m,40
+0m,20
±0m,00
0m,10
0m,20
0m,40
0m,60
0m,80
1m,00
1m,20 & BELOW

Remark: The vertical displacements of the ground were determined referred to the Standard Datum at Tôkyô, assuming its height did not change.

號記		Marks
点本角三等一	◎	*Primary trigonometrical point*
点補同	◎	*Supplement to primary point*
点角三等二	◎	*Secondary trigonometrical point*
点角三等三	●	*Tertiary* 〃
点角三等三準	○	*Supplement to* 〃
点準水等一	⟋	*Bench mark*
路線道鐵	～	*Railways*

尺縮 *Scale*

1 : 200,000

備考

一、三角点ノ垂直変動量ハ概算ノ結果ニシテ精算ノ後ハ若干ノ差異ヲ免レザルモノトス

二、変動同高線ノ描畫ニ方リ二三局地ノ変動ト見做セルモノヲ除外セルモノアリ

TÔKYÔ BAY

SAGAMI BAY

═所　報═

○ 官 制 公 布

大正十四年十一月十四日勅令第三一一號を以て地震研究所官制公布せられ東京帝國大學に附屬創設せらる。

○ 現在所員及研究頭目

〔研 究 題 目〕		〔所　員〕
地震計測器の研究		石本巳四雄
地震觀測の整備、地震計の改良、微傾斜觀測水準變動		今村明恒
構造物耐火試驗、建築物の振動		內田祥三
中央氣象臺にて研究		岡田武松
構造物振動及模型實驗	所長事務取扱	末廣恭二
地殼及地震波の彈性力學的研究		妹澤克惟
地形調査		多田文男
火山調査、岩石閲歷的研究		坪井誠太郎
彈性波の生成及波及の實驗		寺田寅彥
高壓下の岩石の性質		長岡半太郎
捩、皺、庇割の研究		藤原咲平
材料強弱研究		物部長穗
地形調査		山崎直方

○ 談 話 會 記 事

第一回談話會（大正十五年二月二十三日）

1（イ） コンクリート平家の振動測定		石本所員
（ロ） 逆振子微動計の考案		
1 地震觀測整備の一班		今村所員

第二回談話會（大正十五年三月十六日）

1 壁體の耐火試驗に就て		內田所員
1 琵琶湖北方の陷落地帶に就て		山崎所員 多田所員

第三回談話會（大正十五年四月二十日）

1 日本に於ける地震波の傳播に就て	中央氣象臺技師	國富信一
1 脈動に就て	同	和達清夫
1 地震波分解器及其記錄		末廣所員

第四回談話會（大正十五年五月十八日）

1（イ） 地表面地震波の横振性と分散性との關係		妹澤所員
（ロ） 可能最大震動の一推定		
1 火山熔岩の相互關係の研究に就て		坪井所員

第五回談話會（大正十五年六月二十二日）

1（イ） 砂の崩れかたの話 寺田所員
（ロ） 不規則な衝撃による振動體の運動
1 地震に關する諸問題 長岡所員
1 十勝岳爆發調査報告 多田所員 津屋弘達

第六回談話會（大正十五年七月六日）
1 歪み割れの研究 藤原所員
1 地震に依る架構建築破壞位置に就て 谷口忠
1 「レーレー」地震波の二元次的傳播に就て 妹澤所員

○ 講演會記事

第一回公開講演會

期日 大正十五年六月三十日午後五時
場所 東京帝國大學工學部新館大講堂
演題及講演者

1 開會の辭 末廣所長事務取扱
1 十勝岳爆發調査報告（幻燈映寫） 多田所員 津屋弘達
1 火山爆發と地震記錄 今村所員

○ 出張

大正十四年十二月二十四日地形調査の爲京都滋賀福井一府二縣下へ張出 多田所員
大正十四年十二月二十六日地震事項調査の爲め長野縣下へ出張 石本所員
大正十五年三月十二日火山調査の爲め三宅島神津島へ出張 津屋弘達
大正十五年三月十二日火山調査の爲め山梨縣下へ出張を囑託す 市來政兼
大正十五年三月十二日地震事項調査の爲め長野縣下へ出張 西澤順作
大正十五年三月二十五日地形調査の爲め京都滋賀福井一府二縣下へ出張 山崎所員
大正十五年五月十八日地震事項取調への爲め神奈川縣下へ出張 今村所員 那須信治
大正十五年五月二十六日硫黄岳爆發調査の爲め北海道へ出張 多津田屋所弘員達

大正十五年十月十二日印刷
大正十五年十月十五日發行

編輯兼
發行者　東京帝國大學地震研究所

東京市神田區南神保町十六番地
印刷者　岩波茂雄

東京市神田區美土代町二丁目一番地
印刷所　三秀舍

東京市神田區南神保町十六番地
賣捌所　岩波書店